Digitized by Google

Geo. Wr.
11ui - 2

Berghaus, H.,

F|FT

Digitized by Google

<36601311980017

<36601311980017

Bayer. Staatsbibliothek

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Allgemeine
Länder- und Völkerkunde.

Nebst einem Abriß der physikalischen Erdbeschreibung.

Ein

Lehr- und Hausbuch für alle Stände

von

Dr. Heinrich Berghaus,

Professor in Berlin, mehrerer gelehrter Gesellschaften Mitgliede rc. rc.

Zweiter Band.

Stuttgart.

Hoffmann'sche Verlags-Buchhandlung.

1837.

Digitized by Google

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Digitized by Google

Drittes Buch.

Umrisse der Hydrographie.

Zweite Abtheilung.

Von den Gewässern des Festlandes.

Siebenzehntes Kapitel.

Die Gewässer des Festlandes; Verschiedenheit derselben nach den Zuständen der Bewegung und Ruhe. Es wird hier vom fließenden Wasser gehandelt und zwar zunächst von den Quellen. Historische Entwickelung der verschiedenen Ansichten über das Entstehen der Quellen. Das atmosphärische Wasser ist der Erzeuger der Quellen.

Nachdem wir in der ersten Abtheilung des dritten Buchs dieser Umrisse einer physikalischen Erdbeschreibung den selbstständigsten Theil der die Erdoberfläche bedeckenden Wassermasse, das allgemeine Gewässer der Erde, oder den Ocean, kennen gelernt haben, wenden wir unsere Aufmerksamkeit einer zweiten Erscheinung des tropfbar-flüssigen Elementes zu, dem Gewässer nämlich, welches vereinzelt das Festland auf seiner Oberfläche durchfurcht oder Theile desselben bedeckt.

Von einem übersichtlichen Standpunkte bemerken wir in den Eigenschaften aller Gewässer des Festlandes eine, wenn gleich nicht scharf begränzte, doch bestimmt genug hervortretende Verschiedenheit.

Die einen derselben sind in steter Bewegung begriffen; sie beginnen vereinzelt als Quellen auf den relativ höheren Punkten des Festlandes und treffen, mehr oder minder schnell nach ihrem ersten Beginnen den

Digitized by Google

Gesetzen der Schwere oder des Falles folgend, an tieferen Punkten zusammen; Riesel und Bäche bildend, vereinigen sie sich in manchfach modificirten Verzweigungen, den Adern und netzförmig verzweigten Gefäßen der höheren organischen Geschöpfe vergleichbar, zu gemeinsamen größeren Stämmen, welche, als Flüsse und Ströme das Festland durchschneidend, endlich alle von der Fläche des Oceans aufgenommen werden und in ihr verschwinden.

Die andere Art von Gewässern des Festlandes dagegen bezeichnet der Karakter der Ruhe und Abgeschlossenheit an verhältnißmäßig tiefen Punkten desselben. Zwischen beschränkenden Uferrändern zusammengeführt, verweilen sie dort mehrentheils im Zustande des Gleichgewichts mit wagerechter Oberfläche; und wenn gleich auch bei diesen scheinbar ruhigen Wasseransammlungen ein ununterbrochener Wechsel der Masse Statt findet, theils weil sie mit Flüssen, und dadurch mittelbar mit dem Meere in Verbindung treten, theils durch die, allen Wasserflächen gemeinsame, Verdunstung, welche fortwährend durch neüen Zufluß ersetzt wird, so sind doch diese Verhältnisse ihnen nicht wesentlich allein eigen, und berühren ihren geschiedenen Karakter nicht. Es gehören hierher die Landseen oder, nach Umständen, die Sümpfe, Moräste, u. s. w.

Wir können die hiernach eintretenden zwei Haupt-Abschnitte unserer Betrachtung kurz unter folgender Bezeichnung zusammenfassen (den Ausdrücken gemäß, welche für Bewegung und Ruhe der Gewässer üblich sind), indem wir:

1) Von den fließenden Gewässern, und dann
2) Von den stehenden Gewässern des Festlandes

handeln. Wir beginnen mit den ersten derselben.

Kaum bedarf es der Erinnerung und Hindeütung, welch' unendlich wichtigen Einfluß das Dasein des fließenden Wassers auf der Erdoberfläche auf die ganze Ökonomie der Natur ausübt. Das Bestehen und die fortwährend sich erneüernde Entwickelung der ganzen Thier- und Pflanzenwelt, der das Land zum Aufenthalt angewiesen wurde, ja — man kann sagen, — selbst das Dasein des Menschengeschlechts und die Möglichkeit sich der ihm verliehenen Fähigkeit zur Vervollkommnung und zur Veredlung seines rohen Naturzustandes zu bedienen, hangen so innig mit dieser Erscheinung zusammen, daß wir überall bei den einfachsten Betrachtungen darauf zurückgewiesen werden. Es wird daher ohne Zweifel von nicht geringer Wichtigkeit sein, die Beschaffenheit dieses einflußreichen Phänomens, seinem Ursprunge und seinem Bestehen nach, näher ins Auge zu fassen.

Digitized by Google

Die ersten Anfänge des fließenden Wassers, diejenigen Theile desselben, welche freiwillig aus der Oberfläche des Landes hervortreten, um durch ihre Fallbewegung Riesel und Fließe, und durch deren spätere Vereinigung Bäche und Flüsse zu bilden, werden Quellen oder, nach einer weniger allgemeinen und nicht immer von Mißdeütungen freien Bezeichnung, Springe und Brunnen genannt; sie sind der erste Gegenstand dieser Betrachtung.

Mit der Benennung Brunnen oder Born im engern Sinne bezeichnet man gewöhnlich diejenigen Quellen, welche an den Orten, wo man sie auf der Oberfläche des Festlandes antrifft, nicht freiwillig austreten, die vielmehr durch Graben gefunden werden; diese Bezeichnung hat aber (denn es ist etwas ganz zufälliges, einer Quelle auf ihrem Wege zum Austreten zu begegnen) keinen wissenschaftlichen Werth, auch ist sie keinesweges im Munde des Volkes allgemein; denn Brunnen werden auch die freiwillig austretenden ersten Quellen vieler Flüsse genannt; so sagt man: Saalbrunnen, Mainbrunnen, Elbbrunnen, Paderborn; man spricht von Sauerbrunnen, Schwefelbrunnen, Springbrunnen &c.

Schon aber ist bemerkt worden, und es folgt auch aus der Natur der Sache (aus dem Zusammenhange der Quellen mit den Flüssen &c.), daß die Quellen vorzugsweise an relativ höheren Orten, mehr oder minder über den Meeresspiegel erhoben, entspringen; ja wir dürfen vorlaüfig als bekannt voraussetzen, daß sie in den höchsten Gegenden des Festlandes, in den Gebirgsgegenden, verhältnißmäßig am haüfigsten und wasserreichsten sind. Da wir aber das Wasser wegen der Verschiebbarkeit seiner Theilchen, vermöge deren es im Stande ist, den Einflüssen der Schwere stets vollkommen Folge zu leisten, nur an den tiefsten (dem Mittelpunkt der Erde nächsten) Punkten der Erdoberfläche erwarten dürfen, so wird es unstreitig zunächst von Wichtigkeit sein, die Veranstaltungen kennen zu lernen, deren die Natur sich bedient, um die Wasser fortwährend in hinreichender Menge an die Orte zu führen, an welchen sie als Quellen hervortreten.

Diese Frage von dem Entstehen der Quellen, deren Beantwortung uns mit einer der interessantesten Erscheinungen im Leben des Flüssigen der Erde bekannt macht, hat zu allen Zeiten die Aufmerksamkeit der Naturforscher erregt; und so einfach man sie auch schon bei einigen der ältesten beantwortet findet, so haüfig ist sie, durch abweichende und zum Theil sehr sonderbare Erklärungsversuche veranlaßt, auf's Neüe wieder aufgeworfen und verschiedenartig beantwortet worden. Eine kurze Dar-

stellung des Bedeütendsten, was bisher zu ihrer Lösung geschehen ist, wird hier nicht am unrechten Orte sein.

Wenn wir uns nach den Ursachen umsehen, denen das Wasser in den Quellen seine Hinleitung auf den Ort ihres Ursprunges verdankt, so ist es wol natürlich, daß wir zunächst auf die große Masse von wäßrigen Niederschlägen, auf den Regen, Schnee, Thau u. s. w. hingeführt werden, welche durch die Bewegungen und die verschiedenartige Erwärmung der Atmosphäre, allen und vorzugsweise den höchsten Theilen der Erdoberfläche zugeführt wird.

Die Oberfläche des Meeres ist, wie wir wissen, unter der erwärmenden Einwirkung der Sonnenstrahlen einer fortwährenden Verdunstung ausgesetzt. Denken wir sie uns ruhig und auch die darüber stehende Atmosphäre unbewegt, so erhebt sich das Wasser des Oceans in Dampfgestalt (unsichtbar als Gas) in die benachbarten Luftschichten; diese, nahe gleichförmig (wenigstens im gewöhnlichen Falle) erwärmt wie das Meer und überdies schwerer als der Wasserdampf, gestatten das Aufsteigen dieses Dampfes in die höheren Schichten mit Leichtigkeit; bis zu einer gewissen Höhe gestiegen tritt er indeß in kältere und leichtere Luftschichten, wo die Verminderung der Temperatur oder die zunehmende Kälte ihn verhindert, seine Gasform beizubehalten; er verwandelt sich in Dunst und tritt in sichtbaren (durchscheinenden) Bläschen zu Nebeln und Wolken zusammen; die geringer gewordene Schwere der umgebenden Luftschicht verhindert ihn ferner zu steigen, und so schwimmen nun die neügebildeten Nebel im Luft-Oceane auf den untersten Schichten. Preisgegeben den Winden werden sie in wagerechter Richtung von dem Orte ihrer Erzeügung weggeführt, und schwebend über den benachbarten Kontinenten entladen sie sich in Regengüssen, oder Schneefällen 2c., sobald die Bedingungen zur Bildung eines dieser Meteore eintreten. Das Wasser, welches diese Entladungen liefern, befeüchtet den Boden; ein Theil davon, der nicht schnell genug in denselben eindringen kann, geht durch Verdunstung sogleich wieder in die Atmosphäre zurück; ein andrer dagegen zieht sich in die Klüfte oder kleinen leeren Zwischenraüme des Bodens, und sinkt tropfbar flüssig nieder, bis er auf eine Erd- oder Felsmasse trifft, welche ihm den Durchgang versagt; auf dieser Masse nun muß das Wasser sich sammeln; es muß auf der Oberfläche derselben fortfließen, bis es endlich Gelegenheit findet, irgendwo wieder, — sei es steigend durch Gegendruck als Springbrunnen, sei es aus einem Thaleinschnitt quer auf dem Fallen der undurchdringlichen Masse, — wie aus tiefer Rinne fließend hervorzutreten und uns als Quelle zu erscheinen.

Diese einfache Ansicht vom Entstehen der Quellen hat schon bei oberflächlicher Betrachtung so viel Wahrscheinlichkeit für sich, daß wir sie zu denen zählen, welche bereits seit den ältesten Zeiten, als man die Verhältnisse der Verdunstung und des Niederschlags in der Atmosphäre noch nicht kannte, vorgetragen wurde; wir sehen in der That überall, auch ohne Berechnungen und genaue Versuche darüber anstellen zu können, daß die Menge des atmosphärischen Wassers, die einen gewissen Landstrich befeüchtet, mit der Zahl und der Stärke oder der Reichhaltigkeit seiner Quellen in einem entschiedenen Zusammenhange steht. Landstriche, auf welchen es vermöge ihrer Lage oder Oberflächenbeschaffenheit niemals oder nur selten regnet oder thaut, sind arm an Quellen, oder ganz davon entblößt; so die afrikanische Wüste, die syrisch-arabischen Wüsten, und so viele kleine Inseln, welche innerhalb der heißen Zone im Großen Ocean liegen, namentlich die Korallen-Inseln 2c.; in den höheren Gebirgen dagegen, welche den größten Theil des Jahres hindurch in Nebel und Wolken gehüllt sind, entspringen die zahlreichsten und reichhaltigsten Quellen; und eine allgemein bekannte Erfahrung ist es: daß die Quellen unserer Gegenden sparsamer fließen oder gar austrocknen, wenn es längere Zeit hindurch nicht geregnet hat, und umgekehrt.

Dürfen wir uns daher wundern, daß schon Aristoteles diese Ansicht vorträgt, und daß ihm einige der ausgezeichnetesten Naturforscher des Alterthums, namentlich Vitruv und Seneca, darin mit wenigen Modificationen beistimmen! Aristoteles glaubte, daß die Berge und andere hoch liegende Orte der Erdoberfläche die Kraft besäßen, das Wasser aus der Atmosphäre einzusaugen; er dachte sich, daß es von dort aus an tiefern Punkten im Innern der Erdrinde in Behältern zusammenfließe und aus diesen wieder langsam und tropfenweise hervorrinne; sollte des Wassers auf diesem Wege nicht genug zusammenfließen, um die Quellen zu speisen, so, meinte er, habe auch die in den Behältern befindliche Luft die Eigenschaft, sich mit in Wasser zu verwandeln. Seneca suchte überdieß die Quelle dieses Ersatzes selbst in der festen Erde, welche sich, wie er meinte, unter ähnlichen Umständen (in Berührung mit Wasser) selbst in Wasser verwandeln könne. Vitruv dagegen, welchem unstreitig die Erfahrungen des Baumeisters beim Graben der Fundamente, Anlegung von Wasserleitungen 2c. zu Gebote standen, leitete alle Quellen vom Regen- und Schneewasser unmittelbar her, welches in die Erde eindringe, bis es durch Stein-, Erz- oder Thonbänke aufgehalten, und nun auf ihnen herabfließend genöthigt werde, seitwärts auszubrechen.

Unter den neüeren Naturforschern, welche, seit dem Wiederaufleben

der physikalischen Wissenschaften, diese Ansichten der Alten zuerst wieder aufgenommen und mit neüen Erfahrungs-Gründen und Versuchen unterstützt haben, verdienen vor Allen Mariotte und Halley, denen die Meteorologie und die damit verbundenen Zweige der physikalischen Geographie so viel verdanken, genannt zu werden. Der erste folgte fast ausschließlich der Ansicht Vitruvs; er war der erste, welcher durch Rechnung zu erweisen suchte, daß die Menge des, innerhalb eines Strom-Gebiets gefallenen, Regen- und Schnee-Wassers mehr als hinreichend sei, die Wassermasse zu liefern, welche der Strom in derselben Periode dem Meere zuschicke. Er wählte zu seinen Untersuchungen das Flußgebiet der Seine; nach Beobachtungen, welche man eine Reihe von Jahren hindurch zu Dijon über die Menge des jährlich fallenden Regens angestellt hatte, bestimmte er das Wasserquantum, welches dem Lande, aus dem die Seine ihre Zuflüsse empfängt, jährlich von der Atmosphäre zu Theil wird, und verglich dasselbe mit der, durch eigne hydrometrische Beobachtungen gefundenen, Wassermenge, welche die Seine jährlich unter dem Pont royal in Paris hindurchführt. Das Resultat dieser Berechnungen war seiner Ansicht in hohem Grade günstig; er fand, daß noch nicht $^1/_6$ des im Flußgebiet der Seine gefallenen Regenwassers nöthig sei, um sie zu speisen, und meinte in Folge seiner Schätzungen annehmen zu dürfen, daß die übrigen $^5/_6$ zur Hälfte durch Verdunstung weggenommen, die andere Hälfte aber von den Thieren und Pflanzen verbraucht werde.

Die Elemente dieser Rechnung sind aber zu unzuverlässig, um ihrem Resultate Vertrauen schenken zu können, weshalb es auch nicht an Naturforschern gefehlt hat, die, bald nachdem diese, Aufsehen erregende, Arbeit Mariotte's bekannt geworden war, die Unzuverlässigkeit derselben klar machten. Sedileau namentlich zeigte, daß selbst Mariotte's Annahme von der Größe des Landstrichs, auf welchem das Wasser der Seine zufließt, völlig willkürlich und unrichtig, und überhaupt es sehr schwierig sei, zu bestimmen, von welchen Punkten überall einem Fluß auf dem Festlande, dessen Zuflüsse sich mit denen seiner Nachbarströme verwirren, Wasser zugeführt werde. Um diese Fehler zu vermeiden, machte er den Vorschlag, das Beispiel eines Insellandes, z. B. Englands und Schottlands, zu wählen; in welcher Beziehung er es versuchte, die auf der Großbritannischen Insel jährlich fallende Regenmenge mit der Wassermenge zu vergleichen, welche durch ihre Flüsse ins Meer geführt wird; sein Resultat war, daß die erstere kaum die Hälfte von der zweiten betrage; in Irland fand er die Regenmenge etwa $^3/_4$ von der Wassermenge der Flüsse; doch fehlte es zu jener Zeit noch zu sehr an den erforderlichen

Beobachtungen, als daß auch diesem Resultat nur eine annähernde Genauigkeit eingeraümt werden könnte. —

Halley, welcher eben so entschieden als Mariotte von der Richtigkeit der einfachen Ansicht des Quellen-Ursprungs überzeügt war, und welcher namentlich in der steten Circulation der Gewässer auf der Erde durch das Meer, die Atmosphäre und das Festland eine der herrlichsten Einrichtungen der Schöpfung bewunderte, war indeß in seinen Berechnungen zur Unterstützung derselben wenig glücklicher als Sedileau; auch er fand für England bestätigt, daß die Menge des fallenden Regens und Schnee's nicht hinreichen könne, den Inhalt seiner Flüsse zu bestreiten, allein er nahm zum Ersatz seine Zuflucht dennoch nur zu atmosphärischen Niederschlägen anderer Art. Aus einer Untersuchung über die Wassermenge des Mittelländischen Meeres hatte er die außerordentliche Wassermasse annähernd kennen gelernt, welche dem Meere durch die tägliche Verdunstung auf seiner Oberfläche stets verloren geht, ja er war sogar zu dem merkwürdigen und gegenwärtig völlig unbestrittenen Resultate gelangt, daß diesem Meere mehr durch die Verdunstung entzogen werde, als ihm durch die hineinströmenden Flüsse zugeführt wird; jedenfalls stand auch an den Küsten von England die Menge des verdunstenden Meerwassers und die des jährlich fallenden Regens in auffallendem Mißverhältnisse, und es mußte daher noch andere Wege geben, als Regen, Schnee, Thau u. s. w., auf welchen dem Festlande die in der Atmosphäre enthaltenen Dünste als Wasser wieder zugeführt wurden. Halley kehrte deßhalb wieder zuerst zu der von Aristoteles vorgetragenen Haupt-Ursache vom Ursprunge der Quellen zurück; er deütete auf die große Wolkenmasse hin, welche fortwährend die hohen Berge umlagert und ununterbrochen an deren Wände ihr Wasser absetzt; ja er machte auf seiner Reise nach St. Helena die Beobachtung, daß sogar bei völlig heiterm Wetter auf etwas über dem Meere erhöhten Punkten fortwährend eine Menge Wasser tropfbar flüssig niedergeschlagen wird; eine Wahrnehmung, welche später von Kästner auch für niedrige Gegenden, welche fern vom Meere liegen, ausgezeichnet bestätigt ward.

Wenn es nun gleich sehr wahrscheinlich ist, daß Mariotte's und Halley's vereinigte Ansichten vollkommen begründet sind, so war es doch bei dem damaligen Stande der Wissenschaft noch nicht möglich, sie, aller Wahrscheinlichkeit unerachtet, durch Rechnung zu erweisen; kein Wunder daher, daß es sehr viele Naturforscher unter ihren Zeitgenossen gab, welche die Richtigkeit bezweifelten und welche sich bemühten, andere, oft die verkehrtesten und der Natur widersprechendsten Vorstellungen an die Stelle

zu setzen, um das Geheimniß der Quellen-Entstehung zu erklären. Die Literatur dieses Gegenstandes ist unendlich reich an Arbeiten vom verschiedensten Werth und Karakter.

Es hat natürlich nicht fehlen können, daß, als der Haupt-Beweis für die Ansicht der Alten nicht genügend geführt werden konnte, man sich auch nach andern Gründen umsah, welche, aus der Natur hergenommen, gegen dieselbe zeügen sollten. Die bedeütendsten derselben, welche noch bis in die neüeste Zeit der Widerlegung bedurft haben, ja welche zum Theil noch als wahr angenommen werden, sind folgende zwei:

> Man hat erstens Zweifel darüber geaüßert, ob das Wasser vermögend sei, so tief in die Erde einzudringen, daß es im Stande sein könne, die Quellen am Fuß der Berge zu ernähren, und ihnen namentlich dann noch lange Zufluß zu geben, wenn es einen bedeütenden Zeitraum hindurch nicht geregnet hat.

Zweifel dieser Art pflegt man gewöhnlich mit einer schon von Seneca gemachten Behauptung zu beginnen, daß das Regenwasser kaum zehn Fuß tief in die Erde eindringe; es ist zugleich eine bekannte Erfahrung der Gärtner, daß der lockere Humus-Boden, welchem man freilich bei der großen Auflockerung seiner Theilchen eine größere Durchdringungsfähigkeit für das Wasser zutrauen sollte, selbst nach den stärksten, anhaltendsten Regengüssen kaum über drei Fuß tief durchnäßt gefunden wird; ja selbst Dalton, den wir indeß bald als den entschiedensten und glücklichsten Gegner dieser Ansicht kennen lernen werden, giebt doch zu, daß der Boden in England im Frühjahr, nachdem er den ganzen Winter hindurch mit Regen- und Schneewasser gesättigt worden, kaum über 5 bis 6 Fuß tief vom Wasser durchdrungen gefunden werde. Allein diesen Einwurf stützt man vorzugsweise auf die Versuche zweier Zeitgenossen Mariotte's und Halley's, welche bis in die neüeste Zeit Anklang gefunden haben: auf die Versuche nämlich von Perrault und de la Hire.

Der erstere ließ an sehr vielen Punkten auf Bergen und in Ebenen nach großen Regengüssen Löcher aufgraben, wobei es sich immer fand, daß sie, seiner Aüßerung nach, nicht über zwei Fuß tief vom Wasser durchdrungen waren. Gründlicher noch ging der zweite zu Werke: er ließ bleierne Gefäße, mit einem 6 bis 8 Zoll hohen Rande, und an ihrem Boden mit einer Ableitungsröhre versehen, unter geneigter Stellung in verschiedenen Tiefen so eingraben, daß die Ableitungsröhre in einem Keller endigte, wo vor ihre Mündungen Gefäße gestellt wurden, und man also jeden Tropfen Wasser, der sich auf dem Boden derselben sammeln würde, leicht wahrnehmen konnte. Eines dieser Gefäße setzte er 8 Fuß

tief in die Erde und während 15jähriger Dauer fand er nie einen Tropfen Wasser daraus abgelaufen; ein anderes, welches nur 16 Zoll tief vergraben war, gab völlig dasselbe Resultat, und nur in einem blos 8 Zoll tief eingesenkten Gefäße fand er, nachdem es ein halbes Jahr in der Erde geblieben war, im Monat Februar etwas Wasser, in Folge eines sehr starken Regens und Schneefalls. Auf der Oberfläche über dem zweiten Gefäße hatte de la Hire Pflanzen gesetzt; es zeigte sich, daß sie im Sommer, wenn sie nicht begossen wurden, nach einiger Zeit welkten und abstarben; woraus er den Schluß zog, daß nur in einem lockeren Steinschuttboden das Wasser tiefer als 2 Fuß eindringen könne und daß, was unstreitig noch wichtiger schien, die atmosphärische Feüchtigkeit nicht hinreiche, die Pflanzen zu ernähren; es könnten daher nur die wenigsten Quellen aus Regen- und Schneewasser ꝛc. ihren Ursprung nehmen.

Diesen Schlüssen, welche sehr viel Eindruck machten, ließ sich Anfangs wenig entgegensetzen, besonders scheint Mariotte dadurch in hohem Grade betroffen worden zu sein; er sah sich zu der Annahme genöthigt, daß das rohe Erdreich im unberührten Zustande von dem angebauten sehr verschieden sei; es habe, meinte er, eine eigenthümliche Organisation von feinen Zuleitungsröhren ꝛc., welche durch die Kultur zerstört würden (darüber haben indeß schon Lulof und Torb. Bergmann gespottet); dann berief er sich aber auch auf die tiefen Keller der Pariser Sternwarte, in welchen nach langem Regen überall an den Wänden Wasser austritt. Später indeß lernte man das Unstatthafte von de la Hire's Schlüssen einsehen. Es zeigte sich, daß die ganze Reihe der von ihm aufgefundenen Thatsachen nichts weniger als eine allgemeine Anwendung finden könne, daß sie vielmehr gerade nur für die Beschaffenheit des Bodens (reine Dammerde) paßlich sei, welchen er gewählt hatte. Es ist klar und durch unzählige Erfahrungen bewiesen, daß, wenn der lockere Boden der Oberfläche wie in so vielen Fällen in geringer Tiefe auf zerklüftetem Gestein oder auf einer das Wasser an sich haltenden Lehm- oder Thonschicht aufliegt, diese das vom Regen ꝛc. niedergeschlagene Wasser mit großer Begierde aufnehmen und es so tief in's Innere der Erdoberfläche mit sich fortführen könne, als sie selbst niederwärts anhalten. Es ist daher eine ganz bekannte Erfahrung, daß es überall in unsern Gegenden sogenannte quellenführende Schichten giebt, bis zu welchen man niedergraben muß, um beim Brunnensuchen mit glücklichem Erfolge zu arbeiten, solche Schichten aber erzeügen das Wasser nicht von selbst in sich, wie man wol geaüßert hat, sondern sie sind in ihrem Wasserreichthum durchaus abhängig von der Menge des gefallenen Regenwassers, und versagen nicht selten in

trocknen Jahren ganz oder zum Theil den Dienst. Doch auch von den Wasseradern (Quellenzuflüssen), welche in sehr großer Tiefe aus den Klüften des festen Gesteins austretend gefunden werden, indem diese oft die ergiebigsten und dauerndsten Quellen führen, und die man einem geheimnißvollen, mit dem innern Leben der Erde auf eine mystische Weise zusammenhangenden, Bildungs-Prozeß zuzuschreiben noch haüfig sehr geneigt ist, hat man es eben so durch Erfahrungen bewiesen, daß sie mit dem auf der Oberfläche niederfallenden Wasser in direkter Verbindung stehen. Diese Erfahrungen macht besonders der Bergmann bei seinen unterirdischen Arbeiten; Erfahrungen, deren Anstellung und Prüfung für die Erreichung bergmännischer Zwecke, für die Möglichkeit, sich des gefährlichsten Feindes, der dem Bergmann in den Tiefen der Erde entgegentritt, durch aüßere Schutzmittel zu entledigen, von größter Wichtigkeit sind; ja man kann in der That darüber erstaunen, daß diese Erfahrungen erst in einer verhältnißmaßig so späten Zeit zur Förderung unserer theoretischen Ansichten benützt worden sind. Denn die älteren genannten Naturforscher waren völlig damit unbekannt; erst später finden wir einige unbedeütende Thatsachen dieser Art bei Lulof zusammengestellt (aus den niederländischen Kohlengruben und aus denen der Auvergne), und diese sind noch im Jahre 1800 in Otto's reichhaltiger (oft von uns benützten) Hydrographie fast allein wieder nachgeschrieben worden. Eine der gründlichsten Erörterungen finden wir aber hierüber in Trebra's Erfahrungen vom Innern der Gebirge; sie sind um so wichtiger, als sie aus dem Munde eines der kenntnißvollsten Bergleüte seiner Zeit kommen.

Trebra bemerkt zunächst, daß alles Gestein im Innern der Gebirge in geringem Grade (fühlbar) feücht sei; selbst das, was der Bergmann trocken zu nennen pflegt, klebt noch an den Wänden; die feüchtesten Stellen der Gruben liegen aber nie auf den Höhen auch noch so ausgedehnter Berge, sondern stets in der Tiefe, nahe den Thälern, oder am meisten unter denselben, selbst wenn das Gestein ohne sichtbare Klüfte ist. Ferner geht aus Trebra's Erfahrungen hervor, daß, in Beziehung auf die Menge des fließenden Wassers in den Gruben, ungemein deütlich der Einfluß der an der Oberfläche herrschenden Witterung, und zwar mit einigen interessanten Modifikationen, wahrgenommen wird: Anhaltendes Regenwetter oder das Schmelzen des Schnees auf der Oberfläche bringt sehr bald einen auffallend vermehrten Wasserzufluß in den Bergwerken hervor, selbst wenn sie in sehr festem Gesteine stehen; allein dieser stellt sich nicht gleichzeitig, sondern allmälig und meist erst einige Tage später ein, er zeigt sich zuerst in den obern Bauen und tritt dann allmälig mehr

und mehr in die tieferen (bis 2000 Fuß beobachtet); auch hält er noch eine Zeitlang an, wenn das nasse Wetter schon vorüber ist; überhaupt läßt sich stets bei allen in den Gruben austretenden Wasserstrahlen (aus Klüften) die Richtung des Wassers von oben nach unten wahrnehmen; und dringt ja einmal ein Strahl von unten in die Höhe, so läßt sich der Gegendruck, welcher ihn treibt, stets in der Nähe leicht nachweisen. Merkwürdig ist überdies noch der auffallende Unterschied, welcher in der Wirkung des Regens auf die Menge der Grubenwasser nach dem Unterschiede der Jahreszeiten bemerkt wird. Im Sommer nämlich vermehren starke Regengüsse die Grubenwasser nur unbedeütend, im Winter dagegen wirken schon schwächere sehr fühlbar. Der Grund davon ist leicht einzusehen: im Sommer ist der Boden trocken und die Vegetation thätig, im Winter fehlt beides.

Die Glaubwürdigkeit dieser Erfahrungen wird noch in hohem Grade bestätigt, wenn wir uns dabei der Vorrichtungen erinnern, die der Bergmann wählt, um seine Gruben vor Wasser zu schützen. Man hütet sich, Gruben, die vón Wassern leiden, ins Innere klüftiger Gebirgsarten oder in die Nähe von Thälern zu führen, welche fließende Wasser enthalten; man legt auf der Oberfläche der Berge über den Gruben sogenannte Fluthgräben an, um das Wasser oben abzuführen; man bemüht sich endlich, die oberen Stollen größerer Baue wasserdicht zu machen, um die Wasser auf ihnen abzuleiten, bevor sie in die tieferen dringen, läßt deshalb oft beträchtliche Erzmittel stehen, u. s. w.

Doch das Gesagte mag hinreichen, um zu beweisen, daß die Wasser wirklich von der Oberfläche zu jeder beliebigen Tiefe dringen, und daß, wenn anders genug atmosphärische Wasser niederfallen, kein mechanisches Hinderniß vorhanden ist, um sie durch das Innere der Erdschichten zu den Ursprungsorten der Quellen gelangen zu lassen.

Ein zweiter Einwurf, den man der Ansicht vom Entstehen der Quellen aus dem atmosphärischen Niederschlage gemacht hat, liegt darin: daß viele größere Flüsse mit reichen Quellen auf hohen Gebirgen entspringen, welche wenigstens das halbe Jahr hindurch mit Schnee und Eis bedeckt sind, und auf denen es während dieser Zeit niemals thaut; die sich niederschlagenden Dünste müssen unfern dieser Punkte fortwährend gefrieren und können den Quellen keinen Zufluß geben.

Dieser vorzüglich gegen Halley gerichtete Einwurf ist am ausführlichsten von Lulof vorgetragen worden; er hatte hierbei die Alpen im Sinne, aus welchen der Rhein, die Donau (durch den Inn u. s. w.), der Rhone, der Po, die Etsch, ganz oder größten Theils aus den höchsten Gegenden

ihre Quellwasser-Zuflüsse erhalten, und doch, sagt er, flössen diese Ströme im Winter sogar stärker als im Sommer, indem er sich deshalb auf Ray beruft. Auch Bergmann hat diesen Einwurf, wenn gleich nicht in solcher Allgemeinheit, gemacht; doch ist es nicht schwierig, ihn zu widerlegen. Es ist nämlich durch die genaueren Nachrichten, welche wir später von der physischen Beschaffenheit der Alpen erhalten haben, erwiesen worden, daß die Flüsse, welche in den höheren Gegenden entspringen, während des Winters bedeütenden Mangel an Zufluß leiden (und daß sie sich also in dieser Rücksicht gerade umgekehrt verhalten, wie die Flüsse des niedrigen Landes); besonders überzeügend hat dieses de Luc dargethan. Vom Oktober bis zum März, sagt er, thaut es auf den hohen Alpen fast niemals, die ungeheüren Glätschermassen, welche ihrer Natur nach vorzugsweise im Frühling und Herbst anwachsen, bleiben starr gefroren, und auf ihrer Oberfläche in den Hochthälern, wie auf den Spitzen der Berge, haüfen sich fortwährend ungeheüre Schneelasten. Während dieser Zeit hören fast alle die unzähligen Gießbäche und Quellen, die im höheren Gebirge entspringen, zu fließen auf, und nur ein Theil derselben, welcher von den Auflagerungsflächen der Glätscher herkommt, fährt fort zu fließen, wenn gleich mit sehr vermindertem Zufluß; dort nämlich schmilzt die natürliche, von den Bergen ausstrahlende Wärme der Erde beständig etwas von den untersten Eisschichten ab, und das Tröpfeln derselben hört in den Glätscherhöhlen selbst während der kältesten Winter nie ganz auf; so sieht man es unter andern sehr deütlich am Rhone, dessen stärkste Quellen aus den Höhlen des Rhone-Glätschers hervorströmen. Inzwischen wird der Stand der Flüsse, welche ihren Zufluß aus dem Hochgebirge erhalten, bis auf sein Minimum erniedrigt; der Rhone und der Rhein sind während dieser Jahreszeit höchst unbedeütend. Im Monat März dagegen, sobald die Sonne merklicher steigt, und die Dauer der Nächte verringert wird, beginnt der Schnee erst am untern Rande der hohen Berge zu schmelzen; bald fangen auch auf's Neüe die Quellen und Bäche in den untern Regionen zu fließen an, und sie folgen im Verlauf der Zeit fortwährend höher und höher hinauf, je mehr der Schnee stufenweise auch in den höchsten Theilen des Gebirges zum Schmelzen kommt. Endlich im Sommer, wenn das Thauen überall allgemein wird und die Schneedecke die Glätscher löst, wenn die warmen Winde von der Südseite der Alpen durch die Hochthäler dringen, zerreißen die ungeheüren Eisklumpen durch die ungleiche Ausdehnung auf der Oberfläche und in der Tiefe in zahllose Stücke, die wie Wellen eines Meeres durch bedeütende Zwischenräume getrennt werden; die Größe der Fläche, welche durch

die Sonnen- und Luftwärme angegriffen werden kann, vervielfältigt sich. Dann wird das Schmelzen allgemein, und der unerschöpfliche Eisklumpen schwellt in den höchsten Thälern alle Quellen und Gießbäche, und durch sie erreichen die Gebirgsströme ihr Maximum in der heißesten Jahreszeit. So ist es in Genf, nach de Luc's vieljährigen Erfahrungen, eine ganz bekannte Sache, daß der Rhone vom März bis zum August fortwährend anschwillt, und daß sein Stand sich von da an bis zum Oktober wieder allmälig vermindert. So ist es auch der Fall mit dem Rhein oberhalb des Bodensees und mit der Aar, die gleich jenen beiden aus hohen Glätscherthälern hervorströmt und durch Seen fließt; ja in den höheren bewohnten Thälern der Alpen ist der Einfluß der verschiedenen Wärme der einzelnen Sommertage auf den Reichthum der Quellen sehr fühlbar; wenn die Sonne den ganzen Tag hindurch geschienen hat, so erreichen die Glätscher-Bäche am Abende ihren höchsten Stand, ihr Zufluß beginnt gegen die Nacht sich allmälig zu vermindern, und wächst wieder stufenweise von Sonnenaufgang her. De Luc führt in dieser Rücksicht die sehr merkwürdige Beobachtung an, daß er in den Alpen Bäche gesehen habe, welche bei Sonnenaufgang versiegt waren, gegen Abend aber reichlich flossen. Es ist folglich auch dieser Einwurf gegenwärtig auf eine genügende Weise widerlegt worden.

Nichts desto weniger hat übrigens die Zweifelsucht älterer Naturforscher und die Neigung zum Wunderbaren der einfachen Ansicht von dem Ursprunge der Quellen sehr lange keinen Eingang verschafft. Beobachtungen lokaler Eigenthümlichkeiten einzelner Quellen führten zu verschiedenen Ansichten über ihren Ursprung, welche man allgemein auf sie anwandte und die eine mehr oder minder bedeütende Autorität erlangt haben; wir wollen die bedeütenderen derselben hier kurz beleüchten.

Lange Zeit hindurch hat die Meinung in Ansehen gestanden, daß die Quellen durch unterirdische Zuflüsse aus dem Meere genährt würden. Sehr natürlich, daß man auf einen Gedanken der Art kommen mußte, wenn man die Menge des atmosphärischen Wassers nicht für hinreichend zur Ernährung der Quellen hielt, und doch auf der andern Seite eine Überfüllung des Meeres, durch das fortwährend hineingeführte fließende Wasser, nicht eintreten sah; deshalb ist auch diese Meinung schon sehr alt, und wahrscheinlich zuerst von Lucrez aufgestellt worden. Die Art aber, wie die Naturforscher sich diesen Apparat der Quellenerzeügung gebildet dachten, war nach dem verschiedenen Zustande der physikalischen Wissenschaften zum Theil sehr verschieden.

Alle stimmen darin überein, daß der Ocean im Stande sei, den auf

seiner Oberfläche stets erhaltenen Zufluß durch unterirdischen Abfluß in Kanälen wieder auszugleichen. Man nahm einige Meeresstrudel, besonders im Mittelländischen Meere, deren Größe man gewöhnlich sehr übertrieb, als Zeichen des Daseins solcher Ableitungen an, und versaümte nicht, sie in den ältern Karten deshalb besonders hervorzuheben. Auf solche Weise sollten dann die Meerwasser sich in unterirdischen Behältern unter den Kontinenten ansammeln, und von hieraus zu den Ursprungsorten der Quellen gehoben werden. Der Wege, auf welchen diese Zuleitung geschehen sollte, nahm man hauptsächlich drei an.

Der älteste derselben war unstreitig der Weg der Destillation. Ihn haben der gelehrte Jesuit Athanasius Kircher, Descartes und Rohault betreten, und unter den Neüern, wenn gleich mit Einschränkungen, Lulof, Torbern Bergmann und Kühn. Kircher's Vorstellungen waren höchst abenteüerlich; ihnen zufolge giebt es im Innern der Erde ein Centralfeuer, vermöge dessen die unterirdischen Wasserbehälter erhitzt werden, worauf die aufsteigenden Dünste in den Höhlen im Innern der höhern Berge Abkühlung erleiden. Diesen Höhlen schrieb er die Gestalt von Helmen der Destillirblasen zu, an deren Wänden die Dünste tropfbar flüssig herab kämen, bis sie irgendwo einen Ausgang fänden. Diese Vorstellung ist von ihm mit seltsamen Abbildungen erlaütert worden; da es aber in die Augen springend war, daß Form und Lage der Höhlen in den Bergen wol nur im seltensten Falle dieser Ansicht entsprechen, so glaubte Descartes, daß die Wasserdünste durch die feinen Ritzen, Klüfte ꝛc. des Gesteins in die Höhe steigen, daß sie oben verdichtet nicht wieder durch die kleinen Öffnungen, durch welche sie dunstförmig aufgestiegen waren, zurück könnten, und daher gesperrt würden, bis sie irgendwo zu größerer Menge vereinigt sich hervordrängen könnten.

Allein auch diese Ansicht läßt sich, will man die ersten Voraussetzungen auch zugeben, nicht durchführen; Lulof, Bergmann, Gehler und andere haben schon eingewendet, daß die Annahme unzulässig sei: reich erwärmte Dünste könnten sich in engen und so langen Kanälen, als von den innern Behältern bis zu den Gipfeln der Berge führen, dunstförmig erhalten; sie müßten vielmehr in nicht geringer Entfernung (an den Decken der unterirdischen Behälter) schon kondensirt werden und in den Behälter zurückfallen; auch haben sie sehr richtig bemerkt, daß, falls die Quellen auf diese Weise entstünden, das Innere der Erde (mindestens viele Höhlen) müsse längst mit Salz erfüllt sein; das Meer müßte dann fortwährend an Salzgehalt verlieren, eine Voraussetzung, zu der bekanntlich gar kein Grund vorhanden ist. Sehr schlagend ist ferner noch der

Einwurf, welchen de Luc dieser Ansicht und allen ähnlichen gemacht hat. Wäre nämlich hierin die Ursache vom Entstehen der Quellen zu suchen, so müßten sie im Winter in hohen Gebirgen viel reichlicher fließen als im Sommer; denn die Destillation im Innern der Berge müßte durch die Eis- und Schneedecke sehr beschleünigt werden, wie sie es bei unsern künstlichen Destillirapparaten wird, wenn wir deren Helme mit Eis und Schnee bedecken; eben so müßten die Flüsse der Ebene im Sommer reichlicher durch Regenwasser getränkt werden als im Winter, weil dann mehr Dampf aus dem Innern der Erde entweichen könnte, um sich als Regen niederzuschlagen, dieß aber verhält sich in der Natur ganz umgekehrt.

Nichts desto weniger giebt es indeß doch Quellen, deren Ursprung auf dem angegebenen Wege, wenn gleich nicht durch den Zutritt des Meeres, in hohem Grade wahrscheinlich wird; diese kommen in vulkanischen Gegenden vor, wo die Hitze des Bodens in geringer Tiefe oft Jahrhunderte anhält und die Wasser, welche dort hindringen können, durch schnelle Verdampfung ergriffen werden müssen. Dolomieu sah einen Fall dieser Art auf der Insel Pantellaria; dort befindet sich im Innern des Gebirges eine tiefe Grotte, aus deren Boden fortwährend ein warmer Dampf aufsteigt, welcher sich an der Decke verdichtet und an den Wänden ablaufend einen kleinen Bach bildet, der aus der Höhle hervor rieselt. Ähnlich muß der Ursprung einer Quelle sein, welche Dolomieu mitten in vulkanischer Asche auf einem Berge der Insel Stromboli fand, und welche das ganze Jahr hindurch fließt. A. von Humboldt bemerkte, als er den Pik von Teneriffa bestieg, auf der kleinen Ebene la Rambleta, welche den Gipfel des Pik umgiebt, kleine Löcher, an deren Wänden sich beständig aus dem Innern des Berges hervortretende Wasserdämpfe verdichteten, und welche die Bewohner Narines del Pico nennen. Er schreibt sie dem in den Höhlen des Berges eingeschlossenen Regen- und Schneewasser zu; auch hat Scrope den Ursprung vieler heißen mineralischen Quellen auf ähnlichem Wege sehr wahrscheinlich gemacht. Die Bedingungen zum Entstehen solcher Quellen sind indeß so rein lokaler Natur, daß wir sie mit Recht nur als seltene Ausnahmen von der Regel betrachten und von diesen Beispielen keine allgemeine Theorie der Quellenerzeügung herleiten können.

Ein anderer Weg zur Hebung der unterirdischen Wasser wird durch die Wirkung der Adhäsion, als Haarröhrenkraft angenommen; ihn haben zuerst der holländische Geograph Varenius und Derham, Rektor zu Upminster in Essex, gewählt. — Wasser in Gefäßen eingeschlossen steht an den Wänden derselben vermöge der Adhäsion stets höher als in der Mitte;

befindet es sich nun in engen Röhren und Spalten, deren Wände nahe aneinander liegen, so fließen die erhöhten Ränder desselben zusammen, dadurch erfolgt eine Erhöhung oder ein Steigen des Wasserspiegels, und dieses dauert so lange fort, bis das Gewicht der aufgestiegenen Wassersaüle sich mit der Adhäsion ins Gleichgewicht gesetzt hat; es wird daher das Wasser um so höher steigen, je enger die Röhrchen sind, und zwar steht die Höhe des Steigens zum Durchmesser der Haarröhrchen, wie wir schon seit Muschenbroeck wissen, in einfach umgekehrtem Verhältniß.

Auf solche Weise nun, meinten die genannten Naturforscher, sollte das in den Höhlen der Erde angehaüfte Regenwasser durch die feinen Zwischenraümchen der Stein- und Erdlagen, Klüfte u. s. w. bis auf die Höhen der Berge hinaufgesaugt werden und oben ausfließen; allein diese Ansicht, welche viel Anhänger gefunden hat, ist schon aus den Grundsätzen der Kapillarität selbst völlig unzuläßig.

Zunächst haben ältere Naturforscher schon gezeigt, wie unendlich fein die Zwischenraüme sein müßten, welche auf diesem Wege Wasser bis zu mehreren tausend Fuß hohen Bergen zu heben vermögen, und erst in neüerer Zeit hat Parrot nachgewiesen, daß zur Hebung auf 2000 Fuß Höhe Zwischenraümchen von weniger als 1/10000 Linie Stärke gehörten; es haben aber Versuche erwiesen, daß die Körper, welche die Erdrinde gewöhnlich bilden, viel größere Zwischenraüme haben, und daß also das Wasser in ihnen so hoch nicht steigen könne. Perrault nahm den feinsten geschlemmten Flußsand und stopfte ihn eng in eine Röhre zusammen; er sah aber das Wasser darin nur 18 Zoll und in gröberem Sande nur 10 Zoll steigen. Ferner kann auch Wasser, das in Haarröhren gestiegen ist, durch Öffnungen an den Seiten oder am obern Ende der Röhre, in welcher es durch Adhäsion festgehalten wird, nicht ausfließen, sondern es bleibt an den Wänden hangen; dieß ist ebenfalls um so mehr erwiesen, als Kircher durch einen Versuch mit einem Gypssaülchen das Gegentheil gefunden zu haben behauptete. Aber schon Perrault, und später Lulof, haben gezeigt, daß dieser Versuch erdichtet sein müsse, und letzterer bemerkt sehr richtig: ermangele ihm nicht die Wahrheit, so würde das so oft vergeblich gesuchte perpetuum mobile gefunden sein.

Lulof verfertigte aus Stoffen, welche das Wasser leicht anziehen, Körper von der Gestalt kleiner Berge, und machte auf ihren Spitzen eine Vertiefung; er setzte sie dann mit ihrem Fuße ins Wasser, fand aber niemals in die Vertiefungen Wasser hineingeflossen.

Ferner hat man bei dieser Ansicht unberücksichtigt gelassen, daß das Meerwasser durch bloßes Durchseihen in feinen Röhrchen nicht von seinem

Salzgehalt befreit werden kann, und wäre dieses der Fall, wie es wol möglich scheint, so ist der schon von Lulof gemachte Einwurf gewiß sehr richtig, daß dann auch schon längst alle die feinen Zuführungs-Kanäle durch die zurückgebliebenen Salztheilchen würden erfüllt und verstopft worden sein.

Ein dritter Weg der Erhebung des süßen Wassers zu den Ursprungsorten der Quellen ist ein heberförmiger Zusammenhang des Meeres durch Röhren mit dem Wasser im Innern der Erde.

In kommunicirenden Röhren, ihre Durchmesser mögen auch noch so verschieden sein, stehen, wie die Physik uns lehrt, Flüssigkeiten von gleicher Dichtigkeit stets in demselben Niveau; haben die Flüssigkeiten aber eine verschiedene Dichtigkeit, so verhalten sich die Höhen, in welchen sie stehen, umgekehrt wie dieser Unterschied; die schwerere Flüssigkeit steht um so viel niedriger, je schwerer sie ist, und umgekehrt. Dieser Lehrsatz, von welchem u. a. die Konstruktion der Barometer abhangig ist, in welchen eine ungeheüre lange Luftsaüle einer Quecksilbersaüle von 28 Zoll mittlerer Länge das Gleichgewicht hält, würde sich sehr füglich auch auf das Verhältniß des Meerwassers zum süßen Wasser anwenden lassen, wenn beide mit einander durch unterirdische Kanäle in Verbindung ständen. Das mittlere spezifische Gewicht beider Flüssigkeiten verhält sich nahe wie 100 : 103, d. h. es würde eine Meerestiefe von 100 Fuß bei dieser supponirten Verbindung einer Quellwassersäule von 103 Fuß das Gleichgewicht halten; nehmen wir nun an, daß die mittlere Tiefe des Meeres, nach La Place's Theorie der Ebbe und Fluth, etwa 2½ deütsche Meilen oder ungefähr 60000 Fuß betrage, was gewiß das aüßerste unter den mit einiger Wahrscheinlichkeit annehmbaren Verhältnissen ist, so würde das Meerwasser im Stande sein, Quellen, welche sich bis an 2000 Fuß über dem Meeresspiegel befinden, in die Höhe zu drücken.

Diese Ansicht scheint besonders deshalb ersonnen worden zu sein, um das Austreten von Quellen nahe an den Gipfeln höherer Berge zu erklären, welche an mehreren Orten schon früh die Aufmerksamkeit der Naturforscher rege gemacht hatten, weil sie gewöhnlich einen gleichförmigen Wassergehalt besitzen und doch an Orten vorkommen, an welchen es kaum möglich ist, einen Zufluß von Regenwasser aus dem Innern höher liegender Punkte anzunehmen. So sah Kolbe Quellen auf dem Gipfel des Tafelberges am Kap der guten Hoffnung in 1857 Fuß Höhe; und nahe am aüßersten Gipfel des Brockens entspringt der Herenbrunnen in 3490 Fuß absoluter Höhe. Hier, meinte man, sei ein Druck von unten herauf nothwendig anzunehmen; und insbesondere hat es beim Brocken deshalb

nicht an wunderlichen Vorstellungen vom innern Bau des Gebirges gefehlt, welcher zur Erreichung dieses Zwecks nöthig sei. Abildgaard sah auf einem der höchsten Berge der Insel Moen eine starke Quelle (in 450 Fuß Höhe höchstens, bei Högerups Kirche) hervortreten und glaubte ebenfalls kein andres Erklärungsmittel für ihre Entstehung möglich. Es lassen sich indeß gegen diese Ansicht, vorausgesetzt, daß unterirdische Verbindungen nachweisbar wären, sehr leicht dieselben Einwürfe machen, welche der Kapillaritäts-Theorie gemacht worden sind; das Meer verliert nämlich den Salzgehalt durch Druck nicht; die Kanäle der Zuleitung müßten verstopft werden und Salz überall im Innern der Berge vorkommen. Gesetzt aber auch, diese Schwierigkeiten könnten überwunden werden, so zeigt es sich doch von selbst, daß die hier in Rede seiende Ansicht nur auf Quellen bis zu 2000 Fuß Höhe unter den günstigsten Umständen anwendbar wäre, indeß wir deren doch bis 12000, ja 15000 Fuß und darüber kennen. Überdieß läßt es sich doch auch von den ebengenannten Quellen sehr wohl nachweisen, daß sie mit der Menge des atmosphärischen Niederschlags, die sich besonders auf den beiden erstgenannten Bergen als Nebel und Thau in so außerordentlicher Menge bilden, in sehr bestimmter Beziehung stehen. Die Brockenquelle liegt nach einem Nivellement von Silberschlag noch 18 Fuß unter dem breiten Gipfel des fast immer befeüchteten Berges, und doch versiegt sie zuweilen in trockenen Jahren, wie es 1786 und 1822 der Fall war; sie ist eine Quelle, welche nur allein auf dem durch Halley beachteten Wege ernährt wird. Ein ähnliches Beispiel kennt man u. a. auch am Ochsenkopf im Fichtelgebirge, am Zobtenberge in Schlesien, am Montmartre bei Paris, am Mont Ventoux im Departement Vaucluse (die Quelle La Font-Feyole, die 5392 Fuß absolute Höhe hat), ꝛc. ꝛc.

Nichts destoweniger liegt indeß auch dieser Theorie vom Entstehen der Quellen eine in der Natur beobachtete Erscheinung zum Grunde; es giebt in der That Quellen, bei welchen sich ein hydrostatischer Zusammenhang des Meerwassers mit ihrem Gehalt an süßem Wasser nicht leügnen läßt, und welche daher in ihrem Stande deütlich abhangig von dem Stande des Meerwassers sind. Quellen dieser Art, deren Abhangigkeit vom Meere sich dadurch aüßert, daß sie die Bewegung der Ebbe und Fluth mit ihm theilen, kommen mehr oder minder haüfig an allen Flachküsten vor. Schon Plinius kannte dergleichen in der Gegend von Cadiz und an mehreren andern Orten der spanischen Küste, und Cäsar machte eine ähnliche Erfahrung bei der Belagerung von Alexandria, als ihm das Wasser abgeschnitten worden war. Lulof berichtet von einer großen

Menge derartiger Quellen an der niederländischen Küste bei Bergen op Zoom, Scheveningen, Kattwyk an Zee 2c. H. Egede sah dergleichen auf Grönland, welche die Eigenheit hatten, nur zu den Zeiten der Springfluth auszutreten. Olafsen und Povelsen haben eine merkwürdige Quelle bei Budum im westlichen Island beschrieben, welche etwa tausend Schritt vom Meer entfernt und ungefähr 30 Fuß höher liegt; bei hoher Fluth ist sie voll, bei der Ebbe dagegen trocken, und der Unterschied ihres Wasserstandes betrug etwa 1 bis 1½ Fuß; man kennt dort noch mehrere minder bedeütende Beispiele ähnlicher Art. Lathorp beschreibt eine Quelle dieser Art, welche bei Boston in Nordamerika vorkommt; und J. Stones eine andere im Bedlington Harbour in Yorkshire. Fr. Hoffmann hatte Gelegenheit, eine ganz gleiche Erscheinung in zwei Brunnen auf der Sanddüne von Helgoland zu beobachten, bei welchen sich der Wasserspiegel um 2 bis 3 Fuß veränderte; der höchste Stand trat immer etwas später ein als die höchste Fluth und umgekehrt, und der Einfluß der Springzeit war sehr merkbar. Bei Noyelle-sur-Mer, im Departement der Somme, steigt und fällt das Niveau eines artesischen Brunnens mit der Fluth und Ebbe; und Arago vermuthet, daß ein gleiches Verhältniß bei allen Bohrbrunnen in den Umgebungen von Abbeville Statt finde. Bei Fulham, an der Themse, auf einem Grundstück des Bischofs von London, giebt ein Bohrbrunnen von 298¾ Fuß Tiefe, 363 oder 273 Liters Wasser in der Minute, je nachdem es Fluth oder Ebbe ist. Es würde leicht sein, die Zahl dieser Beispiele um ein Beträchtliches zu vermehren. Wahrscheinlich ist es, daß keineswegs eine offene Verbindung des Meeres mit diesen Quellen durch Röhren angenommen werden dürfe; das Meer durchdringt wahrscheinlich nur den benachbarten Sand, und das süße Wasser, das von oben eindringt, bleibt seiner Leichtigkeit halber über dem Salzwasser stehen; steigt nun das Meer, so übt es einen stärkern Druck auf die benachbarten Erdschichten aus und preßt aus ihnen das süßeste Wasser heraus; sinkt es, so kann dies wieder zurückfließen 2c. Das Phänomen zeigt sich u. a. ganz deütlich bei den vielen süßen Quellen an den niederländischen, dalmatischen, istrischen Küsten, welche, auf dem Grunde des Meeres austretend, nur zur Ebbezeit springen, wann der Druck des überstehenden Salzwassers aufhört. — Jedenfalls aber bedarf es wol der Erinnerung nicht, daß dieses Austreten der Quellen nur von sehr lokalen Umständen abhangig sei, und daher auf eine allgemein anwendbare Theorie derselben nicht führen könne.

Von andern Ansichten über den Ursprung der Quellen wird es nur des historischen Interesses wegen wichtig sein, noch einige Beispiele an-

zuführen, welche der Widerlegung kaum bedürfen. So bemerkte u. a. Perrault, daß, wenn es gleich einleüchtend sei, die Flüsse entständen aus dem an der Oberfläche ablaufenden Regen- und Schneewasser, dieses doch nicht von den Quellen angenommen werden könne; vielmehr müßten die Quellen von den Ausdünstungen des Flußwassers herrühren, welches in der Luft in die Höhe steige und sich an den Bergen verdichte; allein schon Lulof hat dagegen die bekannte Erfahrung eingewendet, daß die Flüsse aus Quellen, nicht aber umgekehrt diese aus jenen entstehen. Und um die Zahl der willkürlich ersonnenen und übel begründeten Hypothesen noch mit einer zu vermehren, möge der Ansicht gedacht werden, welche insbesondere von Woodward entwickelt und später von Silberschlag wieder aufgefrischt worden ist; sie bezieht sich darauf, daß das Innere der Erde eine große Wasserkugel sei, welche durch Spalten in der Kruste mit den Quellen in Verbindung stehe, aus dem Meere wieder ergänzt werde, u. d. m.

Wegen der großen Vortheile, welche sie der Ökonomie darbieten, ist in neüerer Zeit die Aufmerksamkeit auf die artesischen Brunnen gelenkt worden, die weiter nichts als natürliche Springbrunnen sind, deren verborgenes Reservoir durch Anbohren in senkrechter Richtung aufgeschlossen wird. Sie führen ihren Namen von der Grafschaft Artois, wo man sich sehr frühe mit der Aufsuchung der unterirdischen Wasser beschäftigt zu haben scheint; die älteste Spur scheint daselbst bis auf das Jahr 1126 zurück zu gehen, in welchem Jahre ein artesischer Brunnen im ehemaligen Karteüser-Kloster zu Lillers gebohrt worden sein soll. Aber schon die Alten kannten diese Methode, die Wasserschätze des Innern der Erde an die Oberfläche zu bringen, wie Niebuhr nach Olympiodorus anführt, demzufolge man in den Oasen Ägyptens Brunnen bis zur Tiefe von 200 bis 300, ja zuweilen bis 500 Ellen grub; und noch heütiges Tages bedienen sich ihrer die Bewohner einzelner Distrikte der Sahara, wie Shaw vom Wad-reag erzählt. Das Wad-reag, sagt er, ist ein Haufen Dörfer, die ziemlich weit in die Sahara hinein liegen. Diese Dörfer haben keine Quellen; die Inwohner verschaffen sich Wasser auf eine sehr sonderbare Weise. Sie graben Brunnen bis hundert, zuweilen bis zweihundert Klafter Tiefe und finden dann immer Wasser in großer Fülle. Zu diesem Endzweck raümen sie verschiedene Sand- und Kiesschichten hinweg, bis daß sie auf eine Art Stein kommen, die dem Thone gleicht, und von der man weiß, daß sie unmittelbar über dem liegen, was sie Bahar täht el Erd oder das unterirdische Meer nennen, worunter ein Abgrund im Allgemeinen verstanden wird. Dieser Stein ist leicht zu durchbohren, worauf

das Wasser so plötzlich und in so großer Menge hervorbricht, daß die Arbeiter sich zuweilen nicht vor ihm retten können.

Hier in der Afrikanischen Wüste sehen wir also ungefähr dasselbe Verfahren bei der Anlage artesischer Brunnen befolgen, welches in den civilisirten Ländern angewendet wird. Bei den Chinesen sollen die natürlichen Springbrunnen seit Jahrtausenden im Gebrauche sein. In dem Departement Kiang-ti-fu sind Salzquellen bis zur Tiefe von 1800 Fuß angebohrt, ohne daß sie jedoch emporsprudeln.

Oft giebt es in den Schichten des Innern der Erde in verschiedenen Tiefen abgesonderte Wasserbehälter. Bei den Bohrversuchen, welche bei Saint-Nicolas d'Aliermont, unfern Dieppe in der Normandie, gemacht wurden, fand man, wie Arago berichtet, sieben große Behälter in folgenden Tiefen:

Den 1sten	. . . .	von 25 bis 30 Meters Tiefe.
2ten	. . . .	bei 100 Meters.
3ten	. . . .	von 175 bis 180 Meters.
4ten	. . . .	von 210 bis 215 Meters.
5ten	. . . .	bei 250 Meters.
6ten	. . . .	bei 287 Meters.
7ten	. . . .	bei 333 Meters (1025 Fuß).

Ein jeder dieser Behälter hatte eine sehr große Kraft zum Emporsteigen an die Oberfläche. Der artesische Brunnen von Chewick, im Park des Herzogs von Northumberland, springt bis zu einer Höhe von 3 Fuß über der Oberfläche und kommt aus einer Tiefe von 582 Fuß. Der tiefste Brunnen im Departement des Pas de Calais liegt zwischen Bethune und Aire, sein Wasser springt beinahe 8 Fuß hoch aus einer Tiefe von 461 Fuß. Von der Gewalt, womit das Wasser in einigen artesischen Brunnen an die Oberfläche hervorstürzt, kann man sich dadurch einen Begriff machen, daß, nach de la Beche, aus einem bei Tours bis zu der Tiefe von 88 Fuß unter den Spiegel der Loire gebohrten Brunnen das Wasser 30 bis 60 Fuß über die Oberfläche des Landes mit solcher Kraft emporsteigt, daß ein in die Brunnenröhre gelegter Blech-Cylinder, welcher zwei und zwanzig achtpfündige Kugeln enthielt, heraus geschleudert wurde. Die Wassermenge, welche die artesischen Brunnen an die Oberfläche bringen, ist zuweilen außerordentlich: ein Brunnen in Bages, bei Perpignan, giebt in der Minute 1780 Berliner Quart; ein andrer in Tours, welcher sechs Fuß hoch springt, liefert in demselben Zeitraum 976 Quart Wasser. In der Antonstadt zu Dresden ist es dem Zimmermeister Siemen, auf seinem vor dem Bauzener Thore liegenden Gartengrundstück,

nach beinahe vierjähriger Bohrung gelungen, einen artesischen Brunnen zu erhalten, indem er am 23. Oktober 1836 in einer Tiefe von 429 Ellen oder 746 Pariser Fuß (d. i. mindestens 280 Fuß unter der Meeresfläche) sehr reichhaltiges Wasser gefunden hat, welches so stark ausströmt, daß ein sechshundert und einige zwanzig Meßkannen fassender Behälter in 1^m 10^s gefüllt wird; dies giebt in der Minute über 417 Berliner Quart. Ob die artesischen Brunnen versiegen können, ist eine Frage, welche, nach allen Erfahrungen, mit Nein beantwortet werden darf; denn seit den sieben Jahrhunderten, während deren der Brunnen von Lillers besteht, hat er beständig Wasser geliefert, und sein Quantum hat niemals gewechselt. Belidor erwähnte schon vor hundert Jahren des artesischen Brunnens vom Kloster Saint-André, eine halbe Lieue von Aire in Artois, welcher 11 Fuß über den Boden sprang und an zwei Tonnen Wassers in der Minute lieferte, was noch heütiges Tages der Fall ist.

Die Vervielfältigung der artesischen Brunnen kann nur erwünscht ein, nicht allein in Beziehung auf die Wege, welche dadurch zur Kenntniß der Erdkruste eröffnet werden, sondern auch der namhaften Vortheile halber, die dem Haushalt am Ort der Anlage entspringen. In Frankreich hat man in den Umgebungen von Tours und Elboeuf ein sehr ergiebiges Wasserbecken unter der Kreide gefunden und ebenso neüerlich in England bei Southampton. Man kann daher vielleicht schon jetzt den Schluß wagen, daß die Kreideformation durch eine mächtige Wasserschicht von der Formation, die sie trägt, geschieden sei. Die Frage, ob dieses Wasser an die Oberfläche sprudeln könne, muß durch ein Nivellement beantwortet werden; man muß die Höhe kennen, wo die Kreide und die darunter liegende Schicht an die Erdoberfläche treten. Ist diese erst bekannt, so kann das Bohren mit voller Sicherheit fortgesetzt werden. Wenn die Kreide keine große Mächtigkeit hat, so verschafft man sich mit verhältnißmäßig geringen Unkosten sehr viel Wasser. Wäre aber die Stärke der Schicht beträchtlich, so würde man für den Mehrbetrag der Kosten hinlänglich entschädigt; denn das Wasser, welches aus einer großen Tiefe springt, wird einen bedeütenden Wärmegrad haben und zu einer großen Menge ökonomischer Zwecke verwendet werden können.

Achtzehntes Kapitel.

Dalton's Untersuchungen über das Verhältniß der Menge des atmosphärischen Niederschlages zur Wassermenge, welche theils durch Verdunstung in die Atmosphäre zurückkehrt, theils durch die Quellen und Flüsse ins Meer geführt wird. Betrachtung des Falles, wenn bei plötzlichen Ueberschwemmungen die Wassermasse der Flüsse mit dem atmosphärischen Niederschlage nicht im Verhältniß zu stehen scheint. Abnahme des Wasservorraths der Quellen.

Seit Mariotte und Halley zuerst ihre Versuche machten, hat es sehr lange gedauert, bis man es wieder gewagt hat, die einzig überzeugende mathematische Beweisführung zu versuchen, daß die Wassermenge, welche jährlich aus der Atmosphäre auf die Erde fällt, hinreiche, um die jährliche Verdunstung sowol, als den Wasserschatz zu bestreiten, welchen die *Quellen* und Flüsse ins Meer führen.

Der Vortheil, welchen die Wissenschaften davon ziehen würden, wenn man nach Sedileau's Vorgange ein Inselland dazu wählte, war in guter Erinnerung geblieben; aber erst hundert Jahre später unternahm es Dalton, eine solche Arbeit auf England anzuwenden.

Dalton benützte zur Bestimmung der mittleren Regenmenge dieses Insellandes dreißig Beobachtungs-Journale, von denen manche einen Zeitraum von fünfzehn Jahren umspannen. Es fand sich, daß es in den Küstengegenden der Insel, namentlich an der Südwestküste, die dem offenen Weltmeere am meisten ausgesetzt ist, bei weitem mehr regnet als weiter im Innern; so beträgt die mittlere Regenmenge zu Crafoshawbooth bei Haslingenden in Lancashire 60 Zoll englisch, zu Plymouth $46,_5$ Zoll; dagegen in London 23 Zoll und zu South-Lambeth in Surrey $22,_7$ Zoll. Aus Dalton's Untersuchungen geht ferner hervor, daß es in den Gebirgsgegenden wol zwei bis drei Mal so viel regnet, als im flachen Lande.

Der mittlere Ausdruck aller seiner Beobachtungs-Journale aus den Küstenlandschaften gab für diese im Durchschnitt eine jährliche Regenmenge von 38,5 Zoll engl., dagegen die Mittelzahl aus den binnenländischen Grafschaften 24,4 Zoll; daraus die muthmaßliche mittlere Regenmenge des Jahres für ganz England 31,4 Zoll. Hierbei ist das Quantum der in Gestalt von Schnee erfolgenden Niederschläge mit eingerechnet. Es fehlt aber noch die Thaumenge, welche nach Hales' Untersuchungen 3,28 Zoll betragen soll. Dalton zeigt aber, daß dies gewiß viel zu wenig sei und dieses Quantum auf mindestens 5 Zoll zu setzen wäre. Indem er den durch Nebel und Wolken Statt findenden Niederschlag unberücksichtigt läßt, nimmt Dalton an, daß ein Quantum von 36,4 Zoll (oder etwas über 3 engl. Fuß) aus der Atmosphäre auf den Boden von England niedergeschlagenen Wassers eher zu wenig als zu viel sein werde. Wird diese Wassermenge auf das bekannte Areal von England vertheilt, so erhält man die ungeheüere Summe von 4 Billionen, 181713 Millionen, 536000 Kubikfuß oder 28 englische, d. i. etwa $4\frac{1}{2}$ deütsche Kubikmeilen für die jährliche Einnahme an Wasser.

Nun entsteht die Frage, wie sich zu dieser Einnahme die jährliche Ausgabe verhält. Dalton nimmt nur zwei Wege der Ausgabe in Rechnung, denjenigen, auf welchem das Wasser durch die Quellen abgeführt wird, und den Weg der Verdunstung; den Wasserverbrauch durch Pflanzen und Thiere bringt er nicht in Anschlag, weil, wie er bemerkt, gewiß auch eben so gut Wasser in der Natur durch die Verbindung seiner Grundstoffe wieder erzeügt wird.

Um die mittlere Wassermenge eines Flusses auszumitteln, darf man nur die Schnelligkeit seines Laufes in gewissen Zeitraümen und die mittlere Breite und Tiefe seines mit Wasser angefüllten Bettes in verschiedenen Jahreszeiten kennen. Indem diese Größen für die Themse gegeben waren, fand Dalton für das Quantum Wasser, welches sie jährlich ins Meer ergießt, 166624 Mill. 128000 Kubikfuß, d. i. etwas mehr als der fünf und zwanzigste Theil der jährlichen Wassermenge von ganz England, während im Gegentheil der Flächenraum, von welchem die Themse ihr Wasser bezieht, ungefähr den achten Theil von England und Wales ausmacht. Die Wassermengen der übrigen Flüsse konnte Dalton nur nach ungefähren Schätzungen bestimmen, auf welchem Wege es sich ergab, daß alle Flüsse Englands und Wales zusammengenommen neün Mal so viel Wasser als die Themse ins Meer senden; mithin ungefähr $\frac{9}{25}$ der gesammten Einnahme an atmosphärischem Wasser; dies würde folglich von

der Summe desselben etwa 13 Zoll geben, und es würden also noch 23 Zoll zur anderweitigen Ausgabe übrig bleiben.

Um die Menge des durch Verdunstung jährlich entweichenden Wassers zu bestimmen, muß vor allen Dingen beachtet werden, daß die Oberfläche des Festlandes in dieser Beziehung eine dreifache Beschaffenheit hat; sie bietet der Verdunstung theils Wasser, theils mit Vegetabilien bedeckte Erde, theils kahlen Boden dar. Auf ersterem ist die Verdunstung am größten, auf letzterem dagegen am kleinsten. Indem er alle diese Umstände gehörig in Rechnung nahm, fand Dalton 25,₁₄ Zoll Verdunstungsmenge für England und Wales; oder eigentlich für seinen Beobachtungsort Manchester, der ungefähr die Mittelzahl der jährlichen Regenmenge des ganzen Landes ausdrückt; sie beträgt 33,₅ Zoll und das Quantum des abgeflossenen Wassers 8,₄ Zoll; Überrest wiederum 25,₁ Zoll.

Dalton rechnet zu dieser Ausgabe noch 5 Zoll für den Thau, allein, wie bereits Parrot gezeigt hat, sehr mit Unrecht; denn dieser wird ja ebenfalls vom Ausdünstungswasser aufgefangen, und kommt so entweder zu dem abgeflossenen oder zum verdunsteten Wasser, und ist also in dessen Resultaten schon mit eingerechnet; der Regenmesser aber nimmt den Thau nicht auf, weil er ihn verdunstet, bevor er abfließen kann. Vergleichen wir diese Ausgaben nun mit den oben übrig gebliebenen 23 Zoll Wasserhöhe der Einnahme, so bleiben allerdings 2,₁ Zoll Deficit für die Ausgabe; wenn man aber erwägt, daß Dalton die Niederschläge auf den Bergen und die Nebel, welche den Regenmesser nicht afficiren (und in England doch sehr bedeütend sind), bei der Einnahme unberücksichtigt gelassen hat, so darf man wol nicht anstehen, das gefundene Resultat wenigstens in so weit genügend zu halten, als aus ihm ein annähernder Beweis für die oben mitgetheilte Ansicht vom Entstehen der Quellen aus den Wassern der Atmosphäre und von dem dadurch bedingten Kreislauf der Gewässer auf der Erde hergenommen werden kann. Dalton ist unstreitig dem Ziele näher gekommen, als Mariotte und Halley; dennoch bleibt die Wiederholung einer Arbeit der Art sehr wünschenswerth; wiewol noch eine lange, sehr lange Zeit vergehen dürfte, bevor die hierzu erforderlichen Beobachtungsmethoden vervollkommnet und die Beobachtungen selbst in so großer Menge angestellt sein werden, daß die Rechnung auf möglichst sichere Elemente gestützt werden kann.

Unter den Meinungen, welche man der vorgetragenen Ansicht vom Entstehen der Quellen entgegensetzt, ist eine der gewöhnlichsten die, daß bei den plötzlichen und ungeheüren Überschwemmungen, welche zuweilen von größeren Strömen und Flüssen bewirkt werden, die bedeütende Ver-

mehrung der Wassermasse derselben in keinem Verhältnisse mit der gleichzeitig und kurz zuvor im Gebiete dieser Ströme gefallenen Regenmenge stehe. Der furchtbare Eindruck, den die Verwüstungen beim Austreten der Ströme auf diejenigen machen, welche die ganze Wassermasse eines Stromgebietes in einem einzigen Thale vereinigt vorüberstürzen sehen, entschuldigt es wol, wenn die Berichterstatter derartiger Ereignisse geneigt sind, zu außerordentlichen Hülfsmitteln für die plötzliche Vermehrung des Wassers ihre Zuflucht zu nehmen. So hört man in Fällen dieser Art gewöhnlich von dem Ausbruche unterirdischer Wasserbehälter und von mächtigen Revolutionen im Innern der Erdrinde sprechen, welche die großen Wassermassen ausgeworfen haben, und es ist gemeiniglich um so schwieriger, diesen abenteüerlichen Vorstellungen gründliche Widerlegungen entgegenzustellen, als gewöhnlich alle Elemente zu einer wissenschaftlichen Konstruktion dieser Naturerscheinungen, welche allein in zuverlässigen meteorologischen Beobachtungen liegen, zu fehlen pflegen. So war es denn auch der Fall, als im Spätherbst des Jahres 1824 fast das ganze südliche Deütschland und im Frühjahr 1836 das Wasserbecken der Seine durch eine Reihe unerhörter Ueberschwemmungen heimgesucht wurden. Jenes Ereigniß traf insbesondere den Ober-Rhein und das obere Donau-Gebiet von der Quelle der Donau bis Passau, mit allen ihren Nebenflüssen; der Rhein schwoll im Darmstädtischen (bei Gernsheim) bis zu 22 Fuß über seinen mittleren Stand an, und trat in den letzten Tagen des Oktobers bis zum 3. November anhaltend um 12 bis 13 Fuß über seine gewöhnliche Wasserfläche. Ungeheüer war die Wassermasse, welche der Neckar aus den Zuflüssen des Schwarzwaldes ihm zuführte; der Neckar erreichte bei Eßlingen unterhalb Tübingen eine Breite von mehr als 20000 Fuß Stromwasser und trat bei Tübingen selbst 13½ Fuß, an engeren Stellen des Thales aber, und zwar bei Wimpfen, bis zu 33 Fuß über seinen mittleren Stand; ja einige seiner obern Zuflüsse, wie die Enz und der Nagold, schwollen in den engen Schluchten des Schwarzwaldes bis zu 50 Fuß über ihren gewöhnlichen Wasserspiegel und richteten ungeheüre Verwüstungen an. Manheim war in der größten Gefahr, von den Fluthen beider, bei ihm vereinten Ströme zerstört zu werden; Mainz, Worms u. s. w. litten beträchtlich, und in den Niederlanden wurden fast die ganzen Provinzen, die im Gebiet der Rheinmündungen liegen, unter Wasser gesetzt. Fast eben so arg waren die Verheerungen, welche das Anschwellen der Donau und ihrer Nebenflüsse anrichtete; der Lech stieg bei Augsburg fast 11 Fuß über sein Mittel; die Donau bei Regensburg 17 Fuß, und der Inn bei Passau, welcher hier muthmaßlich mehr Wasser

als die daselbst schon sehr ansehnliche Donau führt, zu 25³/₄ Fuß über sein Mittel. Die nördlich gelegenen Flüsse Deütschlands schwollen ebenfalls, wenn gleich weniger an (die Elbe in Böhmen, bei Magdeburg trat sie fast acht Fuß über ihr Monatsmittel, aber erst spät im November; die Fulda, Leine, Mosel, Aar u. s. w.); und was die allgemeine Bestürzung noch vermehrte, war, daß fast gleichzeitig mit dem Austreten der Flüsse das Meer, durch heftige Nordweststürme bewegt, an den Küsten der Nordsee und bei Petersburg unerhörte Eingriffe in's Land machte. Es fehlte deshalb nicht an Leuten, welche, besonders in Tageblättern, alle diese Erscheinungen mit einander in Causal-Nexus brachten, und sie durch eine Aufregung im Innern der Erde erklärten, welche die gewöhnliche Ordnung der Dinge verwirrt und den Wassern der Tiefe plötzlich den Ausgang ins Freie gestattet hätten. Es hatte in den Tagen der Überschwemmung zwar stark geregnet, aber, wie viele meinten, lange nicht so viel als in den übel berüchtigten Sommern 1816 und 1817, wo dergleichen Ereignisse nicht vorkamen; man hatte im Schwarzwalde und in der Schweiz an jenen Tagen einige kleine Erderschütterungen verspürt, und an Orten im hohen Gebirge plötzlich sehr wasserreiche Quellen ausbrechen sehen, wo sonst keine Spur davon war; dies Alles schien zu beweisen, daß der gemeinsame Grund dieses Übels nicht eine Folge der atmosphärischen Niederschläge sein könne. Glücklicherweise indeß ist dieser Gegenstand von wissenschaftlichen Bearbeitern, welche den Gang der Ereignisse in der Nähe beobachteten, genauer untersucht worden, und es hat sich dabei ergeben, daß wir zu keinem außerordentlichen Hülfsmittel unsere Zuflucht nehmen dürfen, um sie erklären zu können.

Muncke zunächst hat auf eine sehr überzeügende Weise dargethan, wie übel begründet die Ansicht derer sei, welche den Zufluß der außerordentlichen Wassermenge aus dem Aufbrechen unterirdischer Behälter herleiten; bei dieser Voraussetzung müßten natürlich, da die Behälter tief liegen und über den ganzen Quellenbezirk der ausgetretenen Flüsse verbreitet angenommen werden müßten, entweder Einsenkungen der Decke oder Erhebungen des Bodens geschehen sein, welche das Wasser hervorgetrieben hätten; von solchen Niveau-Veränderungen aber ist nirgends etwas bemerkt worden, und bloße Erderschütterungen anzunehmen, welche durch Schwanken das Wasser so hoch (800 Fuß und darüber) hinaufgeschüttet hätten, ist vollends unmöglich, da die heftigsten Erschütterungen, die wir bis jetzt kennen, große Wassermassen höchstens zu 20 bis 30 Fuß Höhe getrieben haben, und also hier ein Erdbeben vorausgesetzt werden müßte, bei welchem kein Baum stehen geblieben wäre und kein Berg auf seiner

Unterlage ruhend hätte verweilen können. Wäre es aber auch durch irgend eine besondere Kombination widernatürlicher Umstände möglich, daß Erhebungen, Erschütterungen u. s. w. nur den Boden der Wasserbehälter getroffen und die Oberfläche unverändert gelassen hätten, so zeigt doch ein anderes Argument, daß die Wasser dieses außerordentlichen Zuflusses gar nicht aus größerer Tiefe herrühren können. Das ganze, am Rande des Schwarzwaldes liegende, Hügelland von Schwaben ist nämlich von mächtigen, sehr ausgedehnten Salzlagern durchzogen, welche in etwa 6 bis 800 Fuß Tiefe liegen, und über welche die bedeütenderen Zuflüsse des Neckars hinströmen; wäre nun das Gewässer aus dem Innern hervorgetrieben worden, so müßte es nothwendig diese Salzlager ganz oder zum Theil zerstört haben und würde salzig gewesen sein; allein es war nicht nur süß, sondern, — und das ist unstreitig am wichtigsten, — die unzähligen Salzquellen, welche dort ihren Ursprung haben, nahmen an dem allgemein vermehrten Wasserzufluß keinen Theil, und veränderten ihre Beschaffenheit durchaus nicht; auch die unstreitig aus großer Tiefe hervortretenden warmen Mineralquellen von Baden, Wildbad, Wiesbaden ꝛc. änderten sich durchaus nicht, ohnerachtet auf ihren Austrittspunkten große Verwüstungen vorgingen; es können daher im Innern der Erdrinde keine beträchtliche Störungen vorgegangen sein.

Um nun den Ursprung der großen Wassermenge auf der Oberfläche nachzuweisen, hat Muncke zuvörderst gezeigt, daß allerdings die Regenmenge im Jahre 1816 viel geringer (1816 war sie in Paris selbst geringer gewesen, als in dem heißen Sommer 1811, im ersten Jahre 20″ 2‴, im letzten 21″; 1824 betrug sie in Heidelberg $30{,}_{76}$″) war, als die von 1824; es hatte im letzteren Jahre schon vom Juli bis September ungewöhnlich viel geregnet, bei niedriger Temperatur und also geringer Verdunstung; es war daher der Zufluß aller Quellen sehr stark und der Boden voll Wasser, und jede ungewöhnliche Zugabe mußte daher ein Überfließen veranlassen. Als diese nun Ende Oktobers kam, half ihr noch ein anderer Umstand die Wassermenge vermehren; es war nämlich in den vorangegangenen Tagen ungewöhnlich kalt gewesen, und der Schwarzwald, die Tyroler und Schweizer Voralpen waren mit Schnee bedeckt worden; nun aber kam der Regen mit südlichen Winden und die Temperatur erhöhte sich schnell; es war daher ein ungeheürer Zufluß einer plötzlich losgelassenen Wassermasse erzeügt worden, und es mußten nothwendig große Überschwemmungen folgen. Diese interessante Schlußreihe hat Schübler für die Erscheinungen im Flußgebiete des Neckars durch sehr befriedigende Berechnungen bestätigt.

Schon in den letzten Tagen des Oktobers, insbesondere seit dem 26sten, hatte es stets geregnet, am 28sten bis 30sten aber erfolgten sehr heftige Ergießungen; das Resultat von 7 Regenmessern, welche in den obern Theilen des Neckargebietes beobachtet wurden, zeigte, daß innerhalb 36 Stunden $4,_6$ Zoll Regen gefallen waren (in Freüdenstadt, auf dem Schwarzwalde, sogar $7,_2$ Zoll), so viel hatte man dort noch nie in so kurzer Zeit beobachtet. Die Flüsse fingen zugleich erst nach (nicht wie einige behauptet hatten vor) dem Beginnen des großen Regens, den 29sten und 30sten zu steigen und überzutreten an; der Neckar fiel zwar nach dem 30sten, begann aber wieder den 2ten November zu steigen, da es den Tag vorher wieder fast eben so viel als Ende Oktobers geregnet hatte, es stand also Steigen und Fallen des Flusses in ganz direkter Beziehung mit dem Regenfall; um aber zu zeigen, daß die Wassermenge, welche der Neckar führte, nicht im Mißverhältniß mit der gefallenen Regenmenge stehe, genügte folgender Überschlag.

Es fielen während der ersten 36 Stunden auf den Quadratschuh Fläche über $^1/_3$ Kubikfuß Wasser (genauer $0,_{384}$); dieß giebt für die Quadratmeile 200 Millionen 219590 Kubikfuß, und wenn man das Neckargebiet mindestens zu 100 Geviertmeilen anschlägt, etwa 92 Millionen Kubikklafter für diesen Flächenraum und die Menge, welche den untern Neckargegenden zuströmte. Rechnet man nun den Neckar während dieser Periode zu einer durchgängigen Tiefe von 12 Fuß bei 2000 Fuß mittlere Breite und eine mittlere Geschwindigkeit von 6 Fuß in der Sekunde, nach Versuchen bei Tübingen; so sind durch ihn in jeder Sekunde etwa 144000 Kubikfuß geschüttet worden, welche für 36 Stunden 86 Millionen 448610 Kubikklafter geben; es bleiben also in der Einnahme noch ungefähr 5 Millionen 550000 Kubikklafter Überschuß, welche auch bei so feüchter Luft füglich durch Verdunstung fortgegangen sein können. Schübler bemerkte nach langjährigen Beobachtungen, daß in der Neckargegend im Sommer täglich etwa 3 bis 4 Linien Regen fallen; schon sehr oft hatte er gesehen, daß, sobald in 24 Stunden beträchtlich mehr fällt, ein Austreten der Flüsse erfolgt; nun waren aber hier am 28sten und 29sten Oktober 3 Zoll 4 Linien, folglich mehr als 9 Mal so viel in 24 Stunden gefallen, und am 1sten bis 2ten November 1 Zoll vier Linien, also etwa 4 Mal so viel; kein Wunder daher, daß das Resultat der Überschwemmungen ganz ungeheüer war.

Diese Thatsachen können daher sehr wol dazu dienen, die früher entwickelte Ansicht vom Entstehen der Quellen zu bestätigen, indem sie die

Abhangigkeit ihres Zuflusses von der Menge der atmosphärischen Niederschläge zeigen. In keinem Theile der Erde sind die Überschwemmungen, welche das plötzliche Austreten der Flüsse und Quellen veranlaßt, so groß als in Surinam, Cayenne und an andern Punkten von Guiana; dort ist aber auch allen Nachrichten zufolge die Regenmenge, welche in kurzen Zeiträumen niederfallen kann, über alle Beschreibung groß. Während in Würtemberg schon ein Regenfall von $4{,}_6$ Zoll in sechs und dreißig Stunden so außerordentliche Verheerungen anrichtete, fielen nach zuverlässigen Berichten in Cayenne in der Nacht vom 14ten zum 15ten Februar 1820 innerhalb zehn Stunden $10{,}_{25}$ Zoll Regenwasser, und im Monat Februar allein 121 Zoll, während in Europa derjenige Punkt, welcher am regenreichsten ist, das ganze Jahr hindurch doch nur ein Quantum von 83 Zoll Regen empfängt.

In mehreren Gegenden der Erde hat man die Bemerkung gemacht, daß die Quellen von ihrem Wasservorrath ein Quantum einbüßen. So in Frankreich, im ehemaligen Poitou und im Departement der untern Charente, wo man seit dem Jahre 1825 eine auffallende Abnahme der Quellen verspürt hat. Diese Erscheinung ist der Austrocknung des Landes, der Anlage von Kanälen, Gräben u. s. w. zugeschrieben worden, während Fleuriau de Bellevue zu zeigen sich bemüht hat, daß die Ursache in der Verminderung des Regens zu suchen sei; diese Ursache ist aber mit eine Wirkung von jener. Nach meteorologischen Beobachtungen, welche von 1777 bis 1793 zu La Rochelle und von 1810 bis 1833 im Canton Courçon angestellt wurden, betrug nämlich die Regenmenge:

Monatlich	In den 22 Jahren vor 1825	In den 9 Jahren nach 1825
In den 8 Monaten vom Febr. bis Sept.	$20'''{,}_3$	$19'''{,}_9$
In den 4 Monaten vom Okt. bis Jan.	$32{,}_8$	$23{,}_5$

Nach Fleuriau ist es besonders die in den Wintermonaten fallende Regenmenge, welche die Quellen speist, und diese hat sich, wie man sieht, bedeütend vermindert. Die in den Sommermonaten fallende Regenmenge, welche meistens durch Verdunstung wieder fortgeht, ist ziemlich gleich geblieben, und dies erklärt, warum, ungeachtet der Abnahme

der Quellen, die Ärnten während der letzten Jahre nicht gelitten haben. Am trockensten war das Jahr 1834. Es hatte nur 94 Regentage und lieferte im Ganzen nur 17″ 4‴,8 Regen. Das Mittel aus den erwähnten 32 Jahren (1777 bis 1793 und 1810 bis 1815) giebt aber fürs Jahr 148 Regentage und 24″ 5‴,4 Regenmenge. Weiter unten (im dreißigsten Kapitel) werden wir Gelegenheit haben, auf dieses Verhältniß, die Verminderung des Wassers, ausführlicher zurückzukommen.

Neünzehntes Kapitel.

Beschaffenheit des Quellwassers. Mehrentheils ist es nicht chemisch rein. Die Beimengung fremder Stoffe erzeügt die Mineralwasser oder Gesundbrunnen. Schwefel- und salzsaure Quellen und Flüsse. Vier Familien der: Saüerlinge, Salzquellen, Bitterwasser und Schwefelquellen. Mit andern Stoffen beladene Quellen. Neüe Analyse einiger Mineralwasser im Ödenburger Komitat des Königreichs Ungarn, von Würtzler.

Unter den Wassern, welche die Quellen an die Oberfläche bringen, ist wahrscheinlich nicht ein einziges als vollkommen rein zu betrachten; sie enthalten immer, wenn sie einer genauen chemischen Prüfung unterworfen werden, kleine Beimischungen erdiger und salziger Substanzen, in größerer oder geringerer Menge. Die gewöhnlichsten derselben sind etwas Kalkerde, wahrscheinlich mehrentheils an Kohlensaüre gebunden, welche keinem Quellwasser ganz zu fehlen pflegt; nächstdem etwas Gyps, dann sehr kleine Quantitäten von Kochsalz, welche fast eben so allgemein als die Kalkerde verbreitet sind, und hin und wieder kleine Beimengungen von organischen Stoffen, etwas harzige Substanzen, sogenannter Extraktivstoff ꝛc. Die Einwirkung dieser Beimengungen, wenn sie auch in noch so geringen Quantitäten vorkommen, giebt dennoch dem Quellwasser einige Eigenthümlichkeiten, welche schon durch seine einfachsten Reaktionen gegen unsere Sinne, namentlich gegen den Geschmackssinn, erkannt werden können. Chemisch reines Wasser hat bei einer dem Quellwasser gleichen Klarheit meistentheils einen faden, indifferenten Geschmack, welchen auch das Wasser größerer Flüsse und das Regenwasser zu theilen pflegt; Quellwasser dagegen, — und diese Eigenschaft verdankt es muthmaßlich besonders dem Einfluß der Kohlensaüre, — schmeckt herzhaft, und wenn es nicht mit organischen Substanzen verunreinigt ist, erfrischend und angenehm. Wenn es in Gefäßen abgekocht wird, läßt es einen Theil seiner

Bestandtheile, besonders den Kalk (mit der Kohlensaüre) fahren und setzt auf dem Boden derselben erdige oder steinige Krusten ab (Pfannenstein der Theekessel). Mit einer Seifenlösung gemischt, wie so haüfig zu haüslichen Zwecken geschieht, nimmt es dieselbe nicht an, sondern macht sie flockig und schlägt Theile daraus nieder, weil sich die Kohlensaüre (auch Schwefelsaüre und Salzsaüre) des in der Seife enthaltenen Alkali's bemächtigt und den fettigen Bestandtheil frei werden läßt; endlich beim Kochen mit Hülsenfrüchten verhindert es ihr Weichwerden (oder Aufquellen), weil der Niederschlag an Kalkerde sich ganz an die Schalen derselben schließt und dem Wasser den Zutritt versagt. Um diese Eigenschaften, welche am leichtesten bei unsern gewöhnlichen Anwendungen des Wassers bemerkt werden, mit einem Worte zu bezeichnen, pflegt man sich des Ausdrucks „hartes Wasser“ für Quellwasser zu bedienen und es vom weichen (Fluß- oder Regenwasser) zu unterscheiden. Natürlich finden in dem Grade der Härte desselben sehr verschiedene Abstufungen Statt; ja es giebt Quellwasser, welches fast zu allen Zwecken wie das Flußwasser benutzt werden kann; namentlich in höheren Gebirgsgegenden, wo das Wasser fast so unverändert, als es die atmosphärischen Dünste niedergeschlagen haben, wieder austritt; nicht minder auch in den tiefen Marschgegenden, an den Ufern größerer Flüsse, wo die Mehrzahl der Brunnen augenscheinlich durch das aus den Flüssen durchsickernde Wasser ernährt wird.

Als außerordentlich rein und dem destillirten Wasser sehr ähnlich, führt Bergmann das Wasser der Quelle des Tafelberges am Vorgebirge der guten Hoffnung an, welches Kolbe geschöpft hatte und von dem man nach Dänemark schickte, ohne daß es sich auf der langen Seereise verändert hätte; eben so das Wasser einer Quelle bei Helsingborg, das man seiner ausnehmenden Reinheit wegen nach Stockholm verschickte.

Von diesem gewöhnlichen Zustande der Quellen macht nun auch ferner der eine Ausnahme, in welchem das Wasser besonders stark mit fremden Stoffen beladen ist, welche ihm dann ebenfalls eigenthümliche Eigenschaften geben. Solche Wasser sind es, die wir Mineralwasser oder Gesundbrunnen nennen, ohne daß ihr Wesen sich gegenwärtig durch Angabe irgend eines genauer bestimmten Verhältnisses definiren ließe. Der Stoffe, welche in den Mineralwassern aufgelöst vorkommen, kennen wir gegenwärtig schon eine sehr bedeütende Zahl; und da täglich die Entdeckungen neüer sich mehren, so ist kein Zweifel, daß bei dem Grade der Vollendung, welchen in unsern Tagen der wissenschaftliche Zustand der Chemie erreicht hat, und bei der Gewandtheit unserer Analytiker im Auf-

finden der kleinsten Quantitäten eines Stoffes, die Folgezeit uns noch mit vielen bekannt machen wird, deren Gegenwart wir gegenwärtig darin nicht ahnen. Die am gewöhnlichsten vorkommenden, welche den haüfigsten Mineralwassern ihren vorwaltenden Karakter geben, bestehen in mehr oder minder vollständigen Verbindungen einiger wenigen Saüren und salzfähiger Basen zu vollkommenen Neutralsalzen oder in basischen oder sauren Verbindungsstufen. Unter den Saüren pflegt die Kohlensaüre die vorherrschende zu sein, und sie ist, wie u. a. Bischof bemerkt hat, so allgemein in den Wassern verbreitet, daß sie vielleicht keinem unter allen fehlt, welche als Quellen hervortreten; in manchen Mineralwassern aber haüft sie sich so ausnehmend an, daß sie nicht nur die in ihnen enthaltenen salzfähigen Basen, welche zu ihr in nächster Verwandtschaft stehen, sättigt oder kohlensaure Salze bildet, sondern auch noch in großen Quantitäten überschüssig vorhanden ist, um sich theils rein mit dem Wasser zu vermischen, theils gasförmig in großer Menge aus ihm aufzusteigen.

Nächst dem Schwefelwasserstoff, dieser gasförmigen Saüre, deren haüfiges Vorkommen und ausgezeichnete Wirkung in den Mineralquellen ihr bei den Alten den Namen des Brunnengeistes zuzog, sind unstreitig die am haüfigsten in der Natur vorkommenden die Schwefelsaüre und Salzsaüre. Sie sind fast ohne Ausnahmen immer an Basen gebunden, und nur in sehr seltenen Fällen hat man sie in neüerer Zeit in einigen Wassern als frei vorkommend kennen gelernt. Schon Bergmann führt ein Wasser zu Latera bei Viterbo im Kirchenstaat an, einen Bach bildend, das durch seinen reichen Gehalt an Schwefelsaüre die Aufmerksamkeit der Inwohner erregte; ein anderes zu Selvena bei Siena, in neüerer Zeit aber sind wir mit einer weit auffallenderen Erscheinung dieser Art in Südamerika durch A. v. Humboldt bekannt geworden. Als er die Stadt Popayan besuchte und den unmittelbar darüber aufsteigenden Vulkan von Purace bestieg, fand er auf einer Hochfläche in 8136 Fuß Höhe einen ansehnlichen Strom, welcher dort drei herrliche weit berühmte Wasserfälle bildet, aber noch berühmter zu sein verdient, weil sein Wasser einen auffallend sauern Geschmack und eine fressende Beschaffenheit hat; der Wasserstaub war so beizend, daß er beim Verweilen neben dem Wasserfall den Augen beschwerlich ward, und in dem benachbarten Hauptstrom Rio Cauca, welcher bei Popayan vorüberfließt, werden dadurch, bis 4 Stunden unterhalb seiner Mündung, die Fische vertrieben; sie stellen sich erst wieder ein, nachdem der Fluß durch eine Menge Süßwasserzufluß verdünnt worden ist. Dieser eigenthümlich saure Strom, dessen Quellen etwa 11200 Fuß hoch liegen, wird deshalb von den An-

wohnern der Essigstrom (Rio Vinagre) genannt, und mehrere in einiger Entfernung entspringende eben so saure kleine Bäche nennen sie die kleinen Essigströme (los dos Vinagres chicos). Hr. von Humboldt hatte selbst nicht Gelegenheit, die Ursache dieser auffallenden Eigenschaft genauer auszumitteln; als aber etwa zwanzig Jahre nach seiner denkwürdigen Reise Boussingault und Rivero nach Südamerika gingen, machte sie Humboldt auf diesen Gegenstand besonders merksam, demzufolge Rivero das Wasser einer genauen Analyse unterwarf und darin einen nicht unbeträchtlichen Gehalt Schwefelsaüre und Salzsaüre fand; im Litre:

Schwefelsaüre	$1_{,080}$	Grammen.
Salzsaüre	$0_{,184}$	»
Thonerde	$0_{,240}$	»
Kalkerde	$0_{,160}$	»

Am Vesuv entdeckte Gimbernat während der Ausbrüche vom Oktober und November 1818 eine stark mit Salzsaüre geschwängerte Quelle nahe dem Gipfel; ihre Saürung wechselte in Stärke mit der Thätigkeit des Vulkans. Ähnliche Erscheinungen sollen, den Nachrichten von Leschenault de la Tour zufolge, auf Djava vorkommen, wo es einen kleinen vulkanischen See giebt, dessen Wasser vorwaltend freie Schwefelsaüre und etwas Salzsaüre enthält.

Alle andern Saüren, die etwa noch hin und wieder in den Mineralwassern vorkommen, sind fast nur als Seltenheiten zu betrachten, namentlich Salpetersaüre (vielleicht noch die haüfigste), Phosphorsaüre und die Flußsaüre, welche sich bekanntlich vor allen andern dadurch auszeichnet, daß sie die Kieselerde angreift; sie ward erst durch Berzelius' denkwürdige Arbeit über die Karlsbader Wasser als ein Bestandtheil des Mineralwassers überhaupt entdeckt, und ist seitdem von Struve im Selteser- und im Emser-Wasser wieder aufgefunden worden, wenn gleich freilich nur in sehr geringen Quantitäten, deren Erkennung sehr schwierig ist. Essigsaüre kommt nicht vor.

Die mit diesen Saüren verbundenen salzsauren Basen sind vorwaltend, theils Erden, theils Alkalien. Am haüfigsten unstreitig unter der erstern ist die Kalkerde, theils mit der Kohlensaüre zu gewöhnlichem Kalk, theils mit der Schwefelsaüre zu Gyps verbunden, gewiß sehr selten als salzsaurer Kalk (oder vielleicht gar nicht) und zuweilen in sehr kleinen Theilchen phosphorsauer. Nächstdem die Talkerde, schwefelsauer als Bittersalz, oder salzsauer und kohlensauer, wie namentlich in den meisten Salzquellen. Thonerde und Kieselerde dagegen sind schon Seltenheiten, erstere wol am haüfigsten noch in schwefelsaurer Verbindung, als

Alaun, z. B. in den Quellen zu Bath in England, Crems in Nieder-Österreich, Halle a. d. Saale; letztere, die Kieselerde, zeigt sich in merkbarerer Quantität wol nur in einigen heißen Quellen, so namentlich in denen auf Island, welche durch ihre reichen Kieselabsätze an den Rändern berühmt sind, und in den Quellen von Karlsbad, in denen Klaproth zuerst die Kieselerde auffand. Bergmann behauptet, daß sie in einigen Quellen der Gegend von Upsala vorkomme. Berzelius hat als große Seltenheit das Vorkommen der Strontian-Erde im Karlsbader Wasser bemerkt; Brandes hat sie im Pyrmonter Wasser gefunden, und Struve im Wasser von Selters und Ems, zugleich mit etwas Baryt-Erde, die vorher nicht in Mineralwassern bekannt war.

Von den Alkalien ist unstreitig das Natron bei weitem das vorwaltende; es erscheint theils salzsauer als Kochsalz und karakterisirt so eine ganze Klasse von Mineralwassern, eben so kohlensauer als Soda, wo es von Bischof ebenfalls zum karakteristischen Bestandtheil einer ganzen Familie von Wassern erhoben worden ist *); theils schwefelsauer als Glaubersalz, ebenfalls in einzelnen Quellen in sehr beträchtlichen Quantitäten. Nächst ihm ist noch das Kali zu erwähnen, was indeß nur als ein ausnahmsweise vorkommender Bestandtheil angeführt werden darf, mit Salzsaüre verbunden; als Digestiv-Salz entdeckte es 1820 Fuchs in der Soole von Berchtesgaden; und diese Entdeckung war besonders deshalb interessant, weil kurz zuvor Wollaston das Kali als einen gemeinsamen Bestandtheil des Meerwassers kennen gelehrt hatte. Bei dieser Gelegenheit ermittelte sich, daß salzsaures und schwefelsaures Kali in ansehnlichen Quantitäten schon seit mehr als dreißig Jahren in der Soole von Schönebeck bekannt sei und daselbst im Großen gewonnen werde; und später hat Hermann das Kali in allen Salzquellen des Preüßischen Staats gefunden. Salpetersauer als Salpeter hatte man es schon früher in den Salpeterquellen Ungarns gekannt; Berzelius entdeckte es in den Mineralquellen von Adolphsberg und Porla in Schweden, und Buchner in denen von Münchshöfen in Baiern; und Steinmann fand Kali im Schloßbrunnen von Karlsbad, Brandes in den Quellen von Pyrmont. Was man in ältern Versuchen indeß vom Salpetergehalt der Quellen gesagt findet, ist in der Regel nicht richtig. Ammoniak scheint in Quellen nicht vorzukommen, wol aber kennt man darin das in neüerer Zeit ent-

*) Unter den deütschen Mineralquellen besitzt das Biliner Wasser davon am meisten, nächstdem das Fachinger (s. Bischof vulkanische Min.-Quell. S. 129. Anm. und S. 206.)

deckte Lithion; Berzelius traf Spuren davon im Karlsbader Wasser, und im Kreuzbrunnen bei Marienbad fand er es in solcher Quantität, daß dies muthmaßlich der an Lithion reichste Körper in der Natur ist.

Von andern basischen Stoffen verdienen allein noch die metallischen und ihnen analogen genannt zu werden, und unter diesen steht das Eisen oben an. Wie in der ganzen Natur, so ist es auch in den Wassern einer der verbreitetsten Körper und nicht leicht mag es bei irgend einer Untersuchung ganz fehlend gefunden werden; es ist am haüfigsten mit der Kohlensaüre verbunden und giebt so einer ganzen Familie von Mineralwassern den vorwaltenden Karakter. Selten kennt man es an Salzsaüre gebunden (wahrscheinlich im Alexisbade, in kleinen Quantitäten) und eben so an Schwefelsaüre, als Eisen-Vitriol in den vitriolischen Quellen mancher Bergwerke. Nächst demselben kommt vielleicht noch das Kupfer am haüfigsten vor und bildet an Schwefelsaüre gebunden die sogenannten Cement-Quellen. Endlich ist noch des Mangans (Braunsteinmetall) zu erwähnen, welches Berzelius, an Kohlensaüre gebunden, zuerst 1823 in den Quellen von Karlsbad, nachher auch in denen von Königswart, auffand, während es Brandes später in den Wassern von Pyrmont, Struve zu Ems, Selters, im Kreuzbrunnen und im Franzensbrunnen bei Eger entdeckte. Arsenik hat man bis jetzt nicht in Mineralwassern gefunden, obwol ältere Naturforscher davon sprechen. Ein anderer merkwürdiger Stoff, welcher zuerst vor etwa dreißig Jahren in der Sode des Meeres, dann in dem Meerwasser selbst, aufgefunden ward, ist die sogenannte Jodine; man suchte sie bald darauf in den Salzquellen, und 1822 ward sie zuerst von Angelini zu Sales im Piemontesischen gefunden; dann fand sie Krüger in der Salzquelle von Sülze im Mecklenburgischen; später Meißner in den Quellen von Halle, eben so Egidij bei Ascoli im Kirchenstaat, Berzelius in der Ferdinandsquelle bei Marienbad; und da denselben Stoff auch schon früher Fuchs im Steinsalz gefunden hatte, so enthielten Steinsalz und Salzquellen sowol unter sich als in Vergleich mit dem Meerwasser dieselben Produkte, was eine Entdeckung war, welche für die Beurtheilung des Ursprungs dieser Substanzen von hoher Wichtigkeit geworden ist.

Trotz dieser großen Menge verschiedenartiger Stoffe, welche den Quellen im Innern der Erde zugeführt werden, läßt es sich doch nicht verkennen, daß sie gewisse Haupt-Kombinationen erzeügen, welche, da sie sich durch ähnliche physikalische Eigenschaften (Geschmack, Geruch, ähnliche medizinische Wirkungen) verrathen, schon lange darauf geleitet haben, die Mineralwasser in gewisse Hauptgruppen zusammenzustellen, die man auf

vier bringen kann, indem wir Sauerbrunnen, — Salzquellen, — Bitterwasser, — und Schwefelwasser unterscheiden.

Ein sehr gewöhnlicher Gebrauch ist es, die Wasser nach ihrer Temperatur in kalte und warme Mineralquellen einzutheilen; aber abgesehen davon, daß dieser Unterschied relativ ist, weil die Temperaturen durch unzählige Übergänge vermittelt werden können, und wir eigentlich jede Quelle zu den warmen zählen müßten, deren Temperatur über der Mittel-Temperatur ihres Ursprungsortes liegt, ist doch dieser Unterschied nur dem Arzte, nicht dem Naturforscher von allgemeiner Wichtigkeit; denn wenn gleich allerdings eine Quelle mehr oder weniger Mineralkalk aufgelöst halten kann, je nachdem ihre Temperatur höher oder niedriger ist, so werden doch die Verwandtschaften der Stoffe durch die, bei unsern Quellen vorkommende, Temperatur nicht so merklich geändert, daß wir die Hitze zum Karakter einer eigenen Haupt-Gruppe machen dürften, ein und dieselbe Quelle kann heiß oder kalt sein, je nachdem ihr Ursprungsort höher oder tiefer liegt. Betrachten wir jede der genannten vier Gruppen näher, so ist —

I. Unstreitig die ansehnlichste Haupt-Familie von Quellen die, welche sich, abgesehen von ihren übrigen Bestandtheilen, durch einen überwiegenden Gehalt an Kohlensaüre auszeichnen. Alle Quellen, welche hieher gehören, haben die Eigenheit, mit einem polternden Geraüsch an die Oberfläche zu treten, unter dem die Kohlensaüre stets entweicht; frisch geschöpft sieht man in ihnen eine Menge feiner Gasperlen aufsteigen, und dann haben sie, abgesehen von allem Beigeschmack, den reizenden saüerlichen Geschmack der Kohlensaüre; frisch getrunken, veranlaßt dieselbe ein Prickeln in der Nase, und wenn das Poltern bei ihrem Aufsteigen sehr schwach ist, so verräth sich doch die auf ihrer Oberfläche ruhende Schicht schwerer Kohlensaüre sehr leicht durch den Geruch oder das Auslöschen der Lichter über ihnen, durch Ersticken kleiner Thiere, die sich ihnen nahen, oder durch das vorübergehende Röthen angefeüchteten Lakmus-Papiers. Diese Quellen, welche man, obwol unpassend, Stahlwasser genannt hat, können wir im Allgemeinen Sauerbrunnen nennen.

Von ihnen giebt es einige bedeütendere Haupt-Unterarten, nämlich: —

1) Echte Saüerlinge, bei welchen die Kohlensaüre sehr vorwaltet und nur ein sehr geringes Quantum anderer Bestandtheile, namentlich an Eisen, vorhanden ist. Sie haben einen rein sauern Geschmack und werden zur Kühlung im Sommer getrunken; oft sind sie fast empfindlich sauer, doch niemals ätzend; so z. B. der Saüerling von Karlsbad, bei welchem Klaproth zweifelhaft wurde, ob sein starker Geschmack allein von Kohlensaüre

herrühren könne; so die Wasser von Bilin in Böhmen, welche indeß schon verhältnißmäßig mehr erdige Bestandtheile enthalten, unzählige Wasser am südlichen Fuße des Erzgebirges, der Schiersaüerling bei Königswart, der von Pyrmont u. s. w.

2) Alkalische Saüerlinge, bei welchen nächst der Kohlensaüre eine bedeütendere Quantität alkalischer und erdiger Substanzen auftritt, die sich durch einen etwas laugenhaften Geschmack verräth. Bei Abwesenheit des Eisens (oder wenigstens im Minimo) ist das Alkali, dessen Geschmack hier gewöhnlich vorwaltet, in der Regel das kohlensaure Natron, seltener das Glaubersalz oder Kochsalz. Zu dieser Klasse gehören u. a. die beliebten Wasser von Selters, Fachingen, Geilnau, Schwalbach, Ems im Nassauischen; Godesberg und Berterich in der Preüßischen Rheinprovinz; Wildungen im Waldeckischen; Wildbad und Liebenzell im Würtembergischen; Teplitz in Böhmen; Teplitz in Krain; Spaa, Rehburg in Hannover; Karlsbad und Pfeffers im Kanton St. Gallen (in denen beiden Glaubersalz vorwaltet), Rosenlauibad in Bern; Marienbad oder Kreuzbrunn in Böhmen; Reinerz, Charlottenbrunn in Schlesien, Liebwerda, wol auch Flinsberg ꝛc.; ferner Wiesbaden; der Salzbrunnen bei Pyrmont; Salzbrunn in Schlesien; Kissingen in Franken; Baden-Baden (ausgezeichnet durch Kochsalzgehalt) u. s. w., u. s. w. In dieser Abtheilung pflegt man gewöhnlich drei Arten zu unterscheiden:

Alkalisch erdige, wenn die erdigen Bestandtheile überwiegen.

Alkalisch salinische, wenn die alkalischen Bestandtheile vorwalten.

Muriatisch salinische, wenn Kochsalz vorwaltet; hieher gehören manche Salzquellen: Salz-Uffeln, Rothenfelde im Osnabrück'schen; Pyrmont u. s. w.

3) Eisen-Saüerlinge, oder eigentlich sogenannte Stahlwasser, karakterisiren sich durch einen bedeütendern Gehalt an Eisenoxydul, welcher an der Kohlensaüre gebunden ist, und sich in sehr auffallender Weise durch einen zusammenziehenden, tintenähnlichen Geschmack, der sehr eindringlich ist, zu erkennen giebt. Da die Kohlensaüre dieser Verbindung überdieß sehr leicht an der Luft entweicht und das Eisen fahren läßt, so sind zugleich alle diese Quellen dadurch ausgezeichnet, daß sie an ihren Austritts-Punkten eine beträchtliche Quantität gelben Eisenocher absetzen und sich an der Luft schnell mit einer dünnen, fettig aussehenden Haut überziehen, welche aus derselben Substanz besteht. Diese Wasser sind ungemein haüfig und ihrer kräftigen Eigenschaften wegen sehr geschätzt; oben an steht Pyrmont, Driburg und die Mehrzahl der kleinern westfälischen Heilquellen (Meinberg, Brackel, Schwelm ꝛc.); ferner Hofgeismar in Kurhessen;

Franzensbad bei Eger; Cudowa in der Grafschaft Glatz; Steeben und Alexandersbad im Fichtelgebirge; Liebenstein im Thüringer Wald; Niepoldsau rc. in Baden; Niedernau in Würtemberg; Brückenau, Bocklet in Franken; Imnau in Hohenzollern-Sigmaringen; Lauchstedt bei Halle a. d. S.; Altwasser in Schlesien; Freienwalde a. d. Oder; Neüstadt-Eberswalde u. s. w.

Fast eben so verbreitet und aus leicht zu begreifenden Gründen länger beachtet, auch wenn ihre Stärke sehr gering war, sind

II. Die Salzquellen, ausgezeichnet durch ihren vorwaltenden Gehalt an Kochsalz, verbunden mit den übrigen, oben angeführten Bestandtheilen, welche oft in beträchtlicher Menge darin vorkommen und wegen ihrer Übereinstimmung mit den Stoffen, welche das Meerwasser enthält, so hohes Interesse erregen; sie verrathen sich durch den Geschmack auffallend genug, eben so auch, ohne sie gekostet zu haben, durch die eigenthümlichen Meerstrandskraüter, welche sie an ihren Austrittspunkten erzeügen. — Gewöhnlich sind sie arm an Eisengehalt und an Kohlensaüre. Die Menge, in welcher das Kochsalz vom Wasser aufgenommen werden kann, ist, wie bei allen auflöslichen Salzen, beschränkt. Mehr als 26 bis 28 Prozent sind unter den gewöhnlichen Umständen nicht lösbar, und eine Salzsoole, welche diesen Gehalt erreicht, wird daher eine gesättigte genannt. Dampft man sie über denselben hinaus ab, so fängt sie an, ihr Salz fallen zu lassen. Dieser gesättigte Zustand kommt indeß in der Natur bei den freiwillig austretenden Salzquellen nur selten vor; wir kennen ihn u. a. in Deütschland nur bei den Quellen von Lüneburg und bei den neüerlich in Süddeütschland erbohrten Salzquellen zu Jaxtfeld, Dürrheim, Offenau und Wimpfen; die Quellen von Halle enthalten fast 21 Prozent Kochsalz und müssen deshalb noch für sehr reich gelten; die von Schönebeck enthalten nur 11½ Prozent und werden doch noch mit Vortheil benutzt; ja man versiedet sogar noch Soolen, welche, wie z. B. die Saline Heyersee in Hildesheim und die von Münster am Stein bei Kreüznach an der Nahe, 1½ Prozent enthalten und sich kaum durch den Geschmack noch als salzhaltig verrathen.

III. Die Bitterwasser schließen sich unmittelbar den Salzquellen an und zeichnen sich durch einen vorwaltenden Gehalt an schwefelsaurer Bittererde aus, welcher sich auffallend durch den Geschmack zu erkennen giebt; sie enthalten nächstdem etwas Gyps und kohlensaure Salze (Kalk und Talk) und zeichnen sich chemisch dadurch aus, daß sie nicht mit Saüren brausen, und daß sie durch hineingegossene Kali-Lösung trübe werden. Im Allgemeinen sind sie seltene Erscheinungen, und auch immer nur sehr

schwache Lösungen. Am längsten bekannt sind unter ihnen die Quellen von Epsom in der Grafschaft Surrey in England; und da von ihnen das Bittersalz am frühesten gewonnen ward, so hat es auch bekanntlich die Benennung Sal anglicum erhalten; erst später sind dergleichen Quellen auch im Saatzer Kreise des Königreichs Böhmen entdeckt worden, deren bekannteste, die eine zu Steinwasser 3½ Prozent, die andern zu Sedlitz und Saidschütz 1½ Prozent Bittersalz enthalten; Saidschütz wurde im Jahre 1724 von dem k. preüßischen Leibarzt Dr. Hofmann entdeckt. Bei Bilna oder Püllen, einem Dorfe wenige Meilen von Saidschütz, quillt ebenfalls Bitterwasser; und sehr reich daran ist das ganze Asiatische Rußland.

IV. Schwefelwasser. Sie bilden eine sehr ansehnliche Klasse von Mineralwassern, welche sich sämmtlich dadurch auszeichnen, daß sie einen größern oder geringern Gehalt an Schwefelwasserstoff besitzen; sie geben dieß durch ein Aushauchen des dem Schwefelwasserstoff eigenthümlichen faulen Eiergeruchs und einen süßlichen Geschmack kund, und haben die Eigenheit, daß, wenn sie auch gleich anfangs vollkommen klar und durchsichtig austreten, sie doch bald an der Luft trübe und milchigt werden, und den Schwefel in Gestalt eines weißen Pulvers fallen lassen; daher ihre Ränder mit diesem weißen Bodensalz reichlich umgeben zu sein pflegen. Sie sind daher sehr leicht kenntlich, und es bedarf der Anführung ihrer weitern Eigenthümlichkeiten nicht; frisch geschöpft, sind schwache Schwefelquellen häufig dadurch kenntlich geworden, daß hineingelegtes polirtes Silber seinen Glanz verliert und sich schnell, auch bei sehr geringem Schwefelgehalt, mit einem schwarzen Haütchen bedeckt.

Diese Quellen enthalten nächstdem noch fast immer alkalische und erdige Mittelsalze, und man hat sie deshalb in alkalische, salinische und muriatisch-salinische eingetheilt; indeß scheint es zweckmäßiger, hier die Temperatur einmal zur Unterscheidung der Unterabtheilungen zu wählen; denn kalte Wasser sind im Stande, ungleich mehr Gehalt an Schwefelwasserstoff aufzunehmen als heiße; sie sind daher auch, wenn es allein auf die Einwirkung des Schwefels ankommt, ungleich kräftiger als die heißen und um so gesuchter, als sie selten sind.

Zu den kalten Schwefelquellen gehören vorzugsweise die vielen Quellen Westfalens, das entschieden unter allen bekannten Gegenden an dieser Art von Mineralwassern am reichsten ist, namentlich Nenndorf, Eilßen, Bentheim, Coppenbrügge, Hasede bei Hildesheim, Limmer bei Hannover, eine Quelle bei Meinberg rc.; in Süddeütschland sind besonders ausgezeichnet die Quellen von Boll im Würtembergischen und Wipfeld in Franken, Weilbach in Nassau.

Unter den warmen Schwefelquellen sind unstreitig am berühmtesten die alt bekannten Quellen von Aachen und Burtscheid, welche zwischen $43^\circ,_7$ und $77^\circ,_5$ Cent. Temperatur haben; ferner das Wildbad von Gastein im Salzburgischen, Temp. $37^\circ,_5$ bis 50°, die Quelle von Baden bei Wien, Temp. 30° bis $37^\circ,_5$, und von Niederbaden in der Schweiz, Kanton Aargau, Temp. $46^\circ,_2$; ferner die warmen Bäder zu Warmbrunn in Schlesien, Temp. 35° bis $38^\circ,_1$, von Landeck in der Grafschaft Glatz, Temp. 20° bis $29^\circ,_8$, und von den ausländischen Bädern die der Piräneen, besonders die zu Bagnères, welche schon den Römern bekannt waren, Temp. 50°, die von Barèges (25°), und die Quelle des Sextus in Aix in der Provence ꝛc. Das der Quantität nach reichlichste Schwefelwasser von allen bekannten sind vielleicht die kleinen Flüsse von Cuitimba und San Pedro, welche am Fuße des neü erhobenen Vulkans Jorullo in Mexiko kleine Wasserfälle bilden.

Diese Klassen von mit fremden Stoffen beladenen Wassern sind es, welche man, ihrer Einwirkung auf den menschlichen Körper wegen, gewöhnlich mit der Benennung Heilquellen auszuzeichnen pflegt; es giebt indeß noch eine große Zahl anderer mit andern Stoffen beladener Quellen, welche dadurch eigenthümliche Zustände erlangen; und dahin gehören die Salpeter-, Naphtha-, Cement- und inkrustirenden Quellen.

Die Salpeterquellen zeichnen sich durch ihren Gehalt an salpetersaurem Kali aus und werden deshalb auch zur Erzeügung desselben vorzugsweise benutzt. Keines der genauer bekannten Länder ist an ihnen so reich als Ungarn; am Samosk, einem der Flüsse Siebenbürgens, kennt man deren in großer Zahl, und in der ganzen nieder-ungarischen Steppe scheinen sie nicht minder sehr haüfig zu sein; ja sie sollen selbst bis in die Gegend von Wien fortsetzen. An den Punkten ihres Austretens vertilgen sie alle Vegetation, und haüfig sammeln sie sich dort zu kleinen stehenden Pfützen an, auf welchen, wenn sie in trockener Jahreszeit abdunsten, der Salpeter krystallisirt.

Die Naphtha- oder Bergöl-Quellen gehören streng genommen nur dann hierher, wenn Naphtha (schwarzes Erdharz) bei ihrem Austreten einer Wasserquelle begegnet, und von dieser mit hervorgetrieben wird, dann erlangt das Wasser eine fettige Beschaffenheit, den durchdringenden Geruch des Erdöles, und ist dieses recht haüfig, so schwimmt es auf seiner Oberfläche in einzelnen Blasen, oder in ganzen Schichten und erlangt die, Ununterrichteten so auffallende, Eigenthümlichkeit, sich auf seiner Oberfläche leicht durch ein genähertes Licht zu entzünden. Diese eigenthümlichen Quellen sind besonders haüfig in vulkanischen Gegenden, wo

Digitized by Google

das Erdöl sich höchst wahrscheinlich durch vulkanische Thätigkeit entwickelt; so namentlich in den südlichen Küstenländern des Kaspi-See's, besonders an der Westseite, bei Baku; in der Krym und den ihr gegenüber liegenden Küsten an der Mündung des Kuban, auf der Insel Trinidad, gegenüber der Mündung des Orinoco, wo es sogar einen ganzen See von Erdpech giebt, so in Oberitalien bei Bologna, Modena, auf der Halbinsel Araya u. s. w.; doch auch in Gegenden, wo Gebirgsarten haüfig sind, welche das Erdöl höchst wahrscheinlich durch zersetzte organische Körper erhalten haben (Steinkohlen, bituminöse Schiefer 2c.), wiederholen sich die Naphthaquellen, so namentlich an den Rändern des Norddeütschen Flachlandes zu Kl. Scheppenstädt bei Braunschweig, zu Eschhof, Ohbergen bei Hildesheim, wo man eine bedeütende Menge Erdöl aus zugleich salzigen Quellen gewinnt, Hönigsen, Edemissen, Winsen an der Aller im Hannöverischen u. s. w.; ferner an mehreren Punkten in der Schweiz, bei Luzern, und am Jura bei Orbe u. s. w.; dann auch in Nordamerika in der Grafschaft Allegany, wo eine sehr reiche Quelle der Art bekannt ist, von der aus ein kleiner, mit Öl bedeckter Fluß, Oil-Creek genannt, abfließt; ferner zu Brosely in England.

Unter dem Namen Cement-Quellen begreift man Quellen, welche mehr oder minder reichlich aufgelösten Kupfer-Vitriol enthalten. Sie zeichnen sich dadurch aus, daß sie schon bei sehr vorübergehender Berührung hineingetauchtes Eisen mit einer rothen, metallischen Kupferhaut überziehen; setzt man das Eisen längere Zeit ihrer Einwirkung aus, so wird dadurch ein eigenthümlicher Zersetzungsprozeß eingeleitet: die Schwefelsaüre des Kupfervitriols greift nämlich das Eisen an, bildet mit ihm Eisenvitriol und läßt dabei das Kupfer fahren; da dieß nun sehr allmälig geschieht, und immer an die Stelle eines weggefressenen Eisentheilchens ein Kupfertheilchen sich absetzt, so wird dadurch allmälig das hineingelegte Eisen mit vollkommener Beibehaltung seiner aüßern Gestalt in Kupfer umgewandelt. Man hat auf diese auffallende Erscheinung mancherlei Spielereien gegründet; indeß macht man auch im Großen von ihr eine technische Anwendung zu Gewinnung guten Kupfers in gediegenem Zustande; so geschieht es namentlich zu Neusohl in Ungarn, wo eine Quelle der Art einen über 20 Fuß tiefen Brunnen bildet; dort gewann man auf diese Weise im Jahre 1707 88 Centner Kupfer. Cement-Quellen finden sich auch zu Schmölnitz in Ungarn, zu St. Pölten in Österreich, Jenichen in Tyrol, zu Fahlun in Schweden, zu Wicklow in Irland; ein sehr starkes Cementwasser zu Lancaster in Pennsylvanien, eine Quelle zu Altenberg im Erzgebirge und eine am Rammelsberge bei Goßlar, aus

welcher man zu Zeiten ein beträchtliches Quantum Kupfer im Jahre gewonnen hat.

Inkrustirende Quellen pflegt man solche zu nennen, welche die Eigenschaft haben, einen Theil ihrer aufgelösten erdigen Bestandtheile nach ihrem Austreten fallen zu lassen, und also die mit ihnen in Berührung kommenden Körper mit einer Kruste von steinartiger Beschaffenheit zu überziehen. Je reichlicher diese Quellen mit ausscheidbaren Bestandtheilen beladen sind, desto schneller kann eine solche Inkrustation vor sich gehen, und selbst sehr leicht durch das Wasser zerstörbare Gegenstände können dadurch scheinbar in Stein verwandelt werden. Der Stein selbst, welcher auf diese Weise erzeügt wird, heißt nach einem allgemein eingeführten Sprachgebrauch Tuff oder Sinter (letzteres mehr bei krystallinischer Beschaffenheit desselben).

Die chemische Zusammensetzung dieser Tuffe zeigt, daß sie, abgesehen von den minder bedeütenden Bestandtheilen, vorwaltend entweder aus Kieselerde oder kohlensaurem Kalk bestehen; daß Gyps sich auch in grössern Massen darunter finde, wie einige ältere Angaben behaupten, ist nicht wahrscheinlich. Kieselerde ist von beiden das seltenste Inkrustat und findet sich nur bei einigen heißen Quellen, welche durch ihre Hitze, bei zugleich großem Druck und vermittelst ihres Kali-Gehaltes, Kieselerde in größeren Quantitäten aufzulösen im Stande sind, und sie dann nach dem Erkalten wieder absetzen. Fast alle heißen Quellen von Island, besonders der Geiser, sind daher mit einem steinharten Ringe von solchem Kieseltuff oder Perlsinter umgeben, welcher viel Ähnlichkeit mit Kalcedon hat und bei den hochspringenden Quellen kleine Hügel mit geöffneterem Gipfel bildet; auch an einigen heißen Quellen Italiens, namentlich an den von Saseo in Volterra bei Florenz bemerkt man dieselbe Erscheinung.

Kohlensaurer Kalk dagegen setzt sich überall aus den Quellen ab, wo diese aus Kalkgebirgen entspringen, und bildet oft ungeheüer mächtige Massen, in welchen man die inkrustirten Reste von Pflanzen, Thieren u. s. w., oft mit großer Zartheit erhalten, in Menge antrifft. Alle kalkreichen Gegenden unseres Vaterlandes liefern reichliche Beispiele davon; so namentlich die Gegend zwischen dem Harz und dem Thüringer Walde, auf dem Eichsfelde und in Thüringen, wo besonders bei Langensalza, Mühlhausen, Gotha, Tonna ꝛc. Tuffablagerungen von 100 Fuß Stärke und darüber vorkommen, und wo sie sich so haüfig noch fortbilden, daß man an vielen Punkten genöthigt ist, in Zeitabständen weniger Jahre die Mühlengerinne, auf welchen Quellen dieser Art fließen, auszuhauen; so auch bei Göttingen, wo eine Quelle das Moos an einem Berge so

überzogen hat, daß man die Stücke wie Steine bricht und anwendet; bei Königslutter am Elm, das seines Tuffsteines wegen (hier Duckstein genannt) berühmt ist. Eben so ist es in Italien, am Fuße der ganz aus Kalkstein bestehenden Apenninkette; überall sieht man in den niedern Gegenden große Hügel von diesem dort sogenannten Travertino, der ein geschätztes Baumaterial liefert und selbst in den Mauern von Rom vorkommt. Die berühmten Ruinen der Tempel von Paestum bestehen, nach Breislack, ebenfalls aus Travertino. An den mit Kalkstein reichlich beladenen Kaskaden von Tivoli setzt man kleine Bildwerke (Heiligenbilder, Kruzifixe u. dergl.) der Benetzung aus, und in kurzer Zeit findet man sie mit blinkenden Kalkblättchen überzogen, welche ihnen das Ansehen überzuckerter Confitüren geben (confetti di Tivoli). Sehr auffallend ist die Mineralquelle im Garten des vormaligen Benediktiner-Klosters zu Clermont, in der Auvergne, welche eine steinerne Brücke über einen Bach, in den sie sich ergießt, gebildet hat. Eine ganz ähnliche Bildung ist der Dornstein an den Gradirhaüsern vieler Salinen, deren Quellen zum Theil sehr schön krystallisirte Sinterabsätze geben, ausgezeichnet z. B. bei Salzkotten und Rothenfelde in Westfalen.

Sind die kalkführenden Quellen heiß, so üben sie gewöhnlich eine sehr ausgezeichnet inkrustirende Kraft aus; denn sie sind nicht nur im Stande, durch ihre Temperatur mehr Kalkerde aufzulösen, sondern sie lassen sie auch bei ihrem Austritte schneller fahren. Sehr berühmt ist daher unter den uns näher liegenden Quellen der Art die sogenannte versteinernde Kraft der Quellen von Karlsbad; sie haben sich an ihren Austrittsorten eine Decke sehr ausgezeichneten Sinters gebildet, welche dort die Sprudelschaale heißt und voll Höhlungen ist, in denen das Wasser sich sammelt, um dann bald hier, bald dort wieder auszubrechen. Der größte Theil von Karlsbad ist auf einem Boden dieser Art erbaut. Berzelius hat diesen Sinter analysirt und in ihm 96 bis 97 Prozent kohlensaure Kalkerde gefunden. Eben hierher gehört auch der bekannte Karlsbader Erbsenstein, dessen Bildung schon Becher erklärte. Von der schnell inkrustirenden Kraft des dortigen Sprudels geben die mancherlei Spielereien, Blumen, Bouquete, Vogelnester u. d. m., Rechenschaft, welche man in den meisten Raritäten-Sammlungen findet, und dem Kurgast in Karlsbad, als Erinnerung an seinen dortigen Aufenthalt, in großer Menge dargeboten werden.

Die Achener und noch viele andere heißen Quellen zeigen eine ähnliche Eigenschaft; am merkwürdigsten aber, und fast an's Wunderbare gränzend, ist dieselbe durch Feuillée von einer Quelle in Peru bekannt

geworden, welche nicht fern von der durch ihre reichen Quecksilbergruben berühmten Stadt Huancavelica, etwa siebenzig Leguas von Lima, liegt und sehr heiß ist. Das Wasser derselben setzt bei seinem Austreten so viel steinige Masse ab, daß es fast das Ansehen hat, als verwandele es sich ganz in Stein. Dieser ist fast gelblich weiß und durchscheinend und wird zum Bauen benutzt (Huancavelica ist ganz davon erbaut); um sich aber die Mübe des Zuschlagens zu ersparen, ist es üblich, daß man Formen, in Gestalt der Quadern, an den Austritt der Quelle legt und das Wasser hineinlaufen läßt; in kurzer Zeit erhält man so brauchbare Steine; ja es wird berichtet, daß selbst die Bildhauer ihre Werke als hohle Formen anfertigen und sie dem Wasser vorlegen, welches sie bald mit Stein erfüllt, so daß später nur eine Politur derselben nöthig wird. Ein großer Theil der Heiligenbilder und der schönsten Gefäße in den Kirchen von Lima soll auf diese seltsame Weise verfertigt sein.

Wir knüpfen an diese allgemeine Übersicht die Resultate der chemischen Analyse einiger Mineralwasser im Ödenburger Comitat des Königreichs Ungarn, welche Hr. Wilhelm Würtzler in den Jahren 1830 und 1831 ausgeführt hat, und unseres Wissens noch nicht öffentlich bekannt geworden sind:

I. Analyse des Quellwassers ausserhalb des Dorfes Wolfs; im Monat Juni 1830.

Nahe am Weingebirge, in der Ebene am Neüsiedler See. Dieses Wasser wird, ungeachtet seines hepatischen Geruches, wegen des saüerlichen Geschmackes nicht nur von den meisten Badegästen, sondern auch von sämmtlichen Bewohnern des Dorfes das ganze Jahr hindurch getrunken. Bei einer Temperatur der Atmosphäre von 15° war die des Wassers 11°,0 R.

Das specifische Gewicht: 1,002.

In 100 Unzen dieses Wassers sind folgende Bestandtheile enthalten:

I. Gasförmige:

1) Freie Kohlensaüre	32,978	Kubikzoll.
2) Hydrothionsaüre	0,335	»

II. Fixe:

1) Salzsaure Bittererde	0,5996	Gran.
2) » Natron	5,4	»
3) Kohlensaures Natron	22,185	»
4) Schwefelsaures »	3,082	»

5) Kohlensaurer Kalk	. . .	$26{,}_8$	Gran.
6) Kohlensaure Bittererde	. .	$7{,}_4$	»
7) Kieselerde	. . . .	$2{,}_0$	»

II. Analyse des Badwassers aus der Brunnstube nächst dem Badhause im Dorfe Wolfs; im Monat Juli 1830.

Der Zufluß des Wassers in diesem Brunnen ist hinreichend, um alle Badegäste zu befriedigen. Dasselbe ist rein und klar, hat einen bedeütenden hepatischen Geruch, einen ekelhaften, aber nicht saüerlichen Geschmack. Die Temperatur des Wassers ist bei einer Temperatur der Atmosphäre von $22°{,}_0 = 13°{,}_0$ R.

Specifisches Gewicht = $1{,}_{001}$.

Bestandtheile in 100 Unzen Wassers:

I. Gasförmige:

Hydrothionsaüre	. . . . . .	$3{,}_{18}$	Kubikzoll.

II. Fixe:

1) Salzsaurer Kalk	. . . .	$1{,}_6$	Gran.
2) Salzsaure Bittererde	. . .	$1{,}_4$	»
3) Salzsaures Natron	. . .	$9{,}_{75}$	»
4) Alaun	. . . .	$0{,}_{417}$	»
5) Schwefelsaures Natron	. .	$4{,}_{575}$	»
6) Kohlensaurer Kalk	. . .	$12{,}_{95}$	»
7) Kohlensaure Bittererde	. .	$6{,}_{75}$	»
8) Kieselerde	. . . .	$0{,}_5$	»

III. Analyse des eisenhaltigen Sauerbrunnens im Markte Kobersdorf; im Juni 1831.

Das Wasser dieses Brunnens entspringt nicht gleich an Ort und Stelle, sondern kömmt aus dem nahen Gebirge, ohne jedoch mit einer zweiten Quelle, die sich im Walde befindet, in Verbindung zu sein. Der Zufluß des Wassers ist bedeütend, so zwar, daß sich der Brunnen bei einer Tiefe von 4 Fuß und bei einem Durchmesser von $3^1/_2$ Fuß dennoch binnen einer Stunde füllt. Bei einer Temperatur der Atmosphäre von $18°{,}_0$ war jene des Wassers $8^1/_2°$ R.

Das specifische Gewicht = $1{,}_{005}$.

Bestandtheile in 100 Unzen:

I. Gasförmige:

Freie Kohlensaüre	. . . . .	$90{,}_{115}$	Kubikzoll.

II. Fixe:

1) Salzsaures Natron . . . 7,0 Gran.
2) Schwefelsaures Natron . . 6,756 »
3) Kohlensaures » . . 17,315 »
4) » Eisenoxydul . 9,229 »
5) Kohlensaurer Kalk . . . 18,828 »
6) Kohlensaure Bittererde . . 16,75 »
7) Kieselerde u. mechanisch beigemengte vegetab. Substanzen 3,5 »

IV. Analyse des eisenhaltigen Sauerbrunnens im Walde, eine Stunde von Kobersdorf; im Monat Juni 1831.

Dieses Wasser hat mit dem vorigen viele Ähnlichkeit, nur hat es eine geringere Quantität fixer Bestandtheile, und eine bedeütend größere an freier Kohlensaüre. Bei einem Thermometerstande der Atmosphäre von 17°,0 war die Temperatur des Wassers 9° R.

Das specifische Gewicht = 1,003.

Bestandtheile in 100 Unzen:

I. Gasförmige:

Freie Kohlensaüre . . . . 182,608 Kubikzoll.

II. Fixe:

1) Salzsaures Natron . . . 0,75 Gran.
2) Kohlensaures » . . . 4,18 »
3) » Eisenoxydul . 9,47 »
4) Kohlensaurer Kalk . . . 6,462 »
5) Kohlensaure Bittererde . . 7,25 »
6) Schwefelsaurer Kalk . . . 1,5 »
7) Kieselerde . . . . 0,75 »

Zwanzigstes Kapitel.

Welches sind die Ursachen, denen die Mineralwasser ihr Entstehen verdanken? Historische Nachweisung der Bohrungen auf Steinsalz im südwestlichen Deutschland ꝛc. Zusammenhang des Steinsalzes und der Salzquellen. Einwürfe, welche gegen die Auflösungstheorie erhoben worden sind. Beleuchtung und Versuch zur Beseitigung dieser Einwürfe.

Nachdem wir die Eigenthümlichkeiten in der Zusammensetzung der Quellwasser näher kennen gelernt haben, wird die Frage, woher diese Eigenthümlichkeiten stammen und welches also die Ursachen sind, denen die Mineralwasser ihr Entstehen verdanken, unsere Aufmerksamkeit in Anspruch nehmen dürfen.

Diese Frage, deren Lösung für die Kenntniß der chemischen Prozesse, welche in der Erdoberfläche fortwährend Statt finden, von Wichtigkeit ist, scheint auf den ersten Blick sehr leicht zu beantworten: Die Quellwasser werden von der Erdoberfläche in fast oder völlig chemisch reinem Zustande aufgenommen und treten mit neüen Stoffen beladen wieder aus; sie müssen also auf ihrem Wege zu den Ursprungsorten der Quellen Gelegenheit gefunden haben, dergleichen Stoffe aufzulösen, und Quellen gewisser Art müssen daher auch nur von Punkten ihren Ursprung herschreiben können, in welchen die in ihnen enthaltenen Substanzen so verbunden vorkommen, daß das Wasser sich ihrer bemächtigen kann.

Diese einfache, natürliche Ansicht ist daher auch bei allen Naturforschern die vorwaltende gewesen und hatte schon Plinius zu dem Ausspruche veranlaßt:

„Tales sunt aquae, qualis est terra, per quam fluunt.“

Doch ist es, wie wir sehen werden, nicht so leicht, diesen Satz im Einverständniß mit den gegenwärtig vorhandenen Beobachtungen über die Beschaffenheit der Erdrinde überall durchzuführen und daher auch kein Wunder, daß sich zuweilen mehr oder minder bedeütende Gegner

gegen die gewöhnliche sogenannte Auflösungstheorie der Mineralwasser erhoben haben, deren Argumente genauer untersuchend wir immer mehr mit der Natur der Mineralwasser vertraut werden müssen.

Zunächst giebt es wol keine Art von Quellen, welche der Auflösungstheorie so sehr und so einfach das Wort zu reden scheint, als die Salzquellen. Im Innern der Erde liegen große Bänke von Steinsalz, welches vom Wasser sehr leicht angegriffen wird und völlig dieselben Bestandtheile enthält, die wir in den Salzsoolen aufgelöst finden; daher ist nichts natürlicher, als die einen von jenem andern herzuleiten. Um indeß diese Ansicht völlig erweisen, oder ihr doch den höchsten Grad von Wahrscheinlichkeit geben zu können, wird es nöthig sein, die Erscheinungen, welche die Salzquellen darbieten, etwas genauer zu betrachten und sie mit denen zu vergleichen, welche sie darbieten müßten, wenn sie auf die angedeütete Weise entstehen sollten.

Hier ist die Frage von Wichtigkeit, ob wir überall da, wo Salzquellen entspringen, in der Erdrinde auch Steinsalz und in solcher Lage befindlich wahrnehmen, daß wir die Quellen von ihm herleiten können? — Diese Frage läßt sich nach dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaften, freilich nur bedingungsweise, doch sehr zu Gunsten unserer Ansicht beantworten: wir müssen allerdings zugeben, daß an vielen Orten Salzquellen entspringen, in deren Nähe man gegenwärtig noch kein Steinsalz gefunden hat; z. B. bei den Salzquellen von Halle a. d. Saale, die eine der reichhaltigsten Erscheinungen dieser Art darbieten; dann auch bei den vielen reichlich fließenden Salzquellen Westfalens und am Niederrhein.

Daraus kann aber noch nichts gegen die Ansicht gefolgert werden; die Beispiele vieler anderen Gegenden, in welchen lange Zeit hindurch ebenfalls nur Salzquellen bekannt waren, und wo man nach vielen Jahrhunderten erst, oft ganz zufällig, das Steinsalz fand, welchem sie ihren Ursprung verdanken, zeigen vielmehr, mit wie vieler Vorsicht man zu Werke gehen müsse, wenn man aus negativen Erfahrungen positive Resultate abzuleiten versucht. Erst die Geschichte der neüesten Zeit hat davon einige ausgezeichnete Beispiele dargeboten, von denen die bedeütenderen hier eine kurze Erwähnung verdienen. Noch kaum vor zwei Jahrzehenden zählten die meisten süddeutschen Länder das Kochsalz nur in so geringer Quantität zu den Erzeügnissen ihres Bodens, daß sie davon nur mit Mühe den eigenen Bedarf zu bestreiten im Stande waren; Baiern und Österreich besaßen allein einige bedeütendere Salzniederlagen im sogenannten Salzkammergut und den benachbarten Theilen von Salzburg und Tyrol; durch eine mühsame und kostspielige Gewinnung versorgten sie damit ihre

Länder und die benachbarte salzarme Schweiz, die nur in ihren einzigen Salzwerken von Bex im Waadtlande eine nicht zureichende Menge von Kochsalz zu erzeügen im Stande war; Würtemberg und Darmstadt besaßen einige wenig bedeütende Salinen zu Hall am Kocher, und zu Wimpfen und Sulz am Neckar, deren Quellen bei großer Armuth unstreitig nicht einmal so beachtet worden wären, wenn man andere gekannt hätte; Baden hatte gar kein Salz, und mühsam behalf man sich mit den Erzeügnissen der Nachbarländer, nicht ahnend, welche Schätze der eigene Boden enthalte. Schon mehrmals hatte man sich genöthigt gesehen, namentlich bei Wimpfen (zu Offenau), wo der Gehalt der schwachen Quellen zuweilen bei anhaltendem Gebrauch derselben abnahm, durch Bohrversuche neüere stärkere aufzusuchen; allein immer war die Anwendung dieser Hülfsmittel nur ein Palliativ gewesen, das für kurze Dauer dem Übel wenig abgeholfen hatte. Endlich ward man auf die Meinung, daß diese Quellen doch aus irgend einer in der Tiefe liegenden Salzlage herrühren müßten, durch einen Erdfall, der sich im Jahre 1804 bei Möckmühl unfern Wimpfen ereignete, auf's Neüe auf diese Gegenden merksam; man untersuchte genauer die in ihnen vorkommenden Gebirgsarten, und 1812 entdeckte Langsdorf in einer Gypsgrube Spuren von Steinsalz. Durch seine Anzeige und die darauf gegründeten Vermuthungen bewogen, veranlaßte die Würtembergische Regierung in der Nähe derselben die Anstalten neüer Bohrversuche, die im August 1812 begonnen wurden. Man fand so, nachdem drei Jahre lang beharrlich fortgearbeitet worden war, gegen das Ende des Jahres 1815 zuerst stärkere Salzquellen; dann aber endlich zu nicht geringer Überraschung im Frühjahr 1816 bei 475 Fuß Tiefe Steinsalz, in dem ununterbrochen, durch einige zwischenliegende Gypsmassen und Thonlagen bis 524 Fuß gebohrt wurde, ohne es durchsunken zu haben. Die Folgen dieses merkwürdigen Fundes für die Gewerbthätigkeit jener Gegenden waren unberechenbar. Natürlich, daß man aus der Kenntniß der Lagerungsverhältnisse, in welchen das Steinsalz hier aufgefunden war, und aus der Vertheilung der Salzquellen im Lande sehr bald darauf fallen mußte, daß die Verbreitung desselben im Innern der Erdrinde wol nicht allein auf seinen zuerst bekannt gewordenen Fundort beschränkt sein möge, und mit erneüerter Thätigkeit und auch mit glücklichem Erfolge suchte man es nun überall, wo die Umstände des ersten Versuchs seine Auffindung wahrscheinlich machten. Zunächst in der Umgebung von Wimpfen fand man es auf das Nachbargebiet übersetzend in hinreichender Menge, und 1818 errichtete Darmstadt, der Würtembergischen neü entstandenen Saline Friedrichshall bei Jaxtfeld

gegenüber, ein eben so reichlich mit Salzvorräthen versehenes Werk (Ludwigshall). Auch auf der benachbarten, früher höchst unbedeütenden Saline zu Offenau gelang es endlich im Jahr 1820 durch unablässig fortgesetzte Versuche, ein mächtiges Steinsalzlager zu entdecken. Zu Hall, das in größerer Entfernung an dem, bei Wimpfen in den Neckar fliessenden Kocher liegt, fand man nach vielen verunglückten Versuchen, welche das Verschwinden der Quellen zu bewirken drohten, endlich ebenfalls das Steinsalz im August 1822, und dort ist es so rein und so leicht zu gewinnen, daß man sich seiner zum Theil im natürlichen Zustande (ohne Versiedung) bedient, und schon in einem der ersten Jahre des Betriebes 154,000 Ctr. davon ausgefördert hat. Eben so fand man auch entfernter am obern Neckar fast überall Steinsalz, oder reichlich mit Salz durchdrungene Gebirgsarten (Hallerde), wo sich Salzquellen in der Nähe befanden; so 1822 bei Schwenningen und zu Dürrheim auf badischem Gebiete, wo es fast 100 Fuß reine Mächtigkeit hatte; zu Rottenmünster, wo eine der einträglichsten Salinen seit 1824 entstand rc. rc.; und fast überall kann man jetzt angeben, in welcher Tiefe unter der Oberfläche auf einem Distrikt von wenigstens fünfzig Geviertmeilen das Salzlager gefunden werden könne, von dessen Anwesenheit früher nur so wenige und von Vielen für so unsicher gehaltene Spuren vorhanden waren.

Merkwürdig ist es unstreitig, daß fast genau zu derselben Zeit, da man in Süddeütschland diese reichen Entdeckungen machte, auch in dem benachbarten Frankreich ein glücklicher Zufall auf dieselbe befriedigende Weise den Zusammenhang zeigte, in welchem Salzquellen mit in ihrer Nähe befindlichem Steinsalz stehe. Auch Frankreich gehörte bisher unter die salzarmen Länder; außer dem Ertrage der kleinen Salzquellen in den Piräneen und am westlichen Abhange der Jura-Kette in der Franche-Comtée, war man genöthigt, das Salz großentheils durch eine mühsame und der Gesundheit nachtheilige Bereitung aus dem Mittelländischen Meere zu ziehen; überdem gab es im östlichen Frankreich, auf dem westlichen Abhange der Vogesen-Kette in Lotharingen, einige unbedeütende Salinen zwischen Saarburg und Metz *) an der Seille, die bei Metz in die Mosel fällt; aber auf das Suchen von Steinsalz war keine Aufmerksamkeit gewendet worden. Da bildete sich im Jahre 1818 zu Vic an der Seille ein Verein, welcher von der Regierung die Erlaubniß erhielt, in der dortigen Gegend auf Kohlen zu bohren; er fand sie nicht, statt dessen

*) Dieuze, Marsal, Moyen Vic und Chateau Salins.

aber am 5. Mai 1819 sehr unerwartet Steinsalz von ausgezeichneter Schönheit. Man hat seitdem auch dort diese Entdeckung verfolgt und das Steinsalz in einem Bezirk von ungefähr acht Quadratmeilen ununterbrochen verbreitet gefunden; seine Mächtigkeit ist dabei zugleich viel bedeütender als jene des schwäbischen Salzes; denn man kennt dort schon neün Lagen über einander, von denen eine etwa 45 Fuß stark ist.

Noch eine große Zahl von Beispielen ähnlicher Art ließe sich nachweisen; ja schon die Römer legten in Britannien 640 J. v. Chr. einen Zoll auf das Salz; später aber entdeckte man in der Nähe der Salzquellen die mächtigen Steinsalzlager von Northwich in Cheshire und von Droitwich in Worcestershire, und gegenwärtig reicht die Menge des Salzes, welches Liverpool ausführt, hin, um, außer England, noch Norwegen und Schweden, die Niederlande und einen großen Theil der Küstenländer von Deütschland und Preüßen zu versorgen; und kennt man gleich in England auch Salzquellen, welche fern von diesen Steinsalzlagern liegen, so ist doch die Bemerkung nicht unrichtig, daß sie sämmtlich aus derselben Gebirgsart (dem red marle) hervortreten, welche die Salzlager als gleichzeitig gebildet umschließt.

Auch zu Bex in der Schweiz, wo man sich früher mühsam mit sehr veränderlichen Salzwassern begnügen mußte, hat man in den Jahren 1824 und 1825 eine bedeütende Masse reineres Steinsalz gefunden. Die Salzquellen von Reichenhall in Baiern endlich entspringen am Fuße der mächtigen Salzstöcke von Hallein und Berchtesgaden, und alle die unzähligen Salzquellen Galliziens am nordöstlichen Abfalle der Karpaten, die Salzwasser von Ungarn (Schowacs bei Eperies), im Innern von Siebenbürgen und in der Moldau kommen sämmtlich in Gebirgen vor, in welchen, nach zum Theil sehr vollständigen Beobachtungen, Steinsalz eine sehr verbreitete Erscheinung ist, ja zum Theil am stärksten an solchen Orten, wo die mächtigsten und reinsten Steinsalzlager auftreten.

Unstreitig muß bei der Kenntniß dieses so oft vorkommenden deütlichen und unabweisbaren Zusammenhanges der Salzquellen und des Steinsalzes, ein Bemühen, die Entstehung derselben auf dem Wege der Auflösung zu leügnen als fruchtlos und dem gesunden Verstande widersprechend betrachtet werden. Dennoch ist dieses, nachdem unsere Erfahrungen über diesen Gegenstand eine so wichtige Vermehrung erhalten haben, wieder mit vieler Beharrlichkeit und mit einem großen Aufwande scheinbarer Beläge versucht worden, und es wird daher wol nicht unrichtig sein, auch noch einige, über das Verhalten der Salzquellen an ihren Austrittsorten gemachte Beobachtungen anzuführen, welche eben so

entschieden als die Nähe des Steinsalzes für ihr Entstehen durch eine Auflösung sprechen. Besonders interessant sind in dieser Rücksicht die Thatsachen, welche Alberti anführt, dessen mehrjährige Erfahrungen sich über das Gebiet des salzführenden Gebirges von Würtemberg erstrecken. Überall hat man zunächst in jenen Gegenden die interessante Erfahrung gemacht, daß nirgend, wo man bisher das Steinsalz anzubohren Gelegenheit fand, sich innerhalb desselben Salzquellen befanden (und daraus hat man seltsam genug eben schließen wollen, daß das Steinsalz keine Salzquellen zu produciren vermöge); überall (mit unbedeütenden Ausnahmen) sah man es fest und trocken, verwachsen mit Gyps und haüfig mit einer Thonmasse, welche auch in der Nähe der anderweitig bekannten Salzlager (Wielicka, Hall in Tyrol) dem Wasser undurchdringlich erscheint; waren aber erst Löcher in diese Decke gestoßen und konnten die Quellen, welche zwischen den Schichten der bedeckenden Gebirgsarten fließen, in diesen niedersinken, so stellte sich auch bald in den Bohrlöchern Salzwasser ein, und hob sich in ihnen im Verhältniß zum Gegendruck der nachdringenden süßen Wasser. Je größer dieser Druck war, desto schneller schien auch das süße Wasser in Salzwasser verwandelt zu werden, und oft geschieht diese Verwandlung fast in einem Augenblick; ja bei Sulz ist der Druck der süßen Wassersaüle so groß, daß er die Soole durch die unsichtbaren Poren des festen Gesteines preßt, und bei Hall, wo man in den niedergestoßenen Bohrlöchern nicht süße Wasser genug fand, pumpt man jetzt das süße Wasser des Kochers in dieselben hinein und salziges gleichzeitig wieder heraus, und erhält auf diese Weise so viel von ihm, als man zu gewinnen für rathsam findet.

Ferner aber hat man eben so bemerkt, daß überall, wo das Steinsalz eine bedeütendere Mächtigkeit hat, die Soole desselben Bohrlochs sich allmälig veredelt, erst von schwachem Gehalt, und allmälig immer stärker und stärker hervortritt, und endlich gesättigt erscheint, um so zu bleiben, so lange der Salzvorrath anhält; und unstreitig darf dies bei Voraussetzung eines Auslaugungsprozesses, der erst allmälig sich den Weg bahnt, und die angreifbare Oberfläche des auflösbaren Körpers beständig vermehrt, auch nicht anders erwartet werden. Ist das Salz indeß nicht mächtig, so hat natürlich auch die Dauer der gesättigten Soole ihre Gränzen; in dieser Beziehung führt denn auch Alberti den Fall an, daß man schon mehrmals bei Offenau, das an der Gränze des Salzstockes liegt, genöthigt war, die Bohrlöcher zu wechseln und neües Feld zur Auslaugung zu suchen. Ähnliche Beispiele kennen wir auch an andern Salinen; namentlich zu Königsborn bei Unna in Westfalen rc. Es ist

ferner eine an den meisten Salinen gemachte Erfahrung, welche sich auch bei denen, in deren Nähe noch kein Steinsalz gefunden ist, bestätigt, daß immer, wenn die Soole sich an Quantität, an Wassermenge, vermehrt, sie auch an Qualität, an Salzgehalt, zunimmt. Nach nassen Jahren findet man immer die Förderung solcher Werke nicht nur wasser-, sondern auch salzreicher. Es darf dies wol nicht anders erwartet werden, wenn man mit Egen erwägt, daß unter dem vermehrten Zufluß süßer Wasser sich auch der Druck ihrer überstehenden Saüle vermehrt, und daß ausgelaugte Höhlungen im Steinsalz, welche bei niedrigem Wasserstande nur an den Seiten angegriffen werden konnten, nun bis zur Decke von dem Auflösungsmittel berührt werden.

Wenn wir es versuchen, die oben ganz allgemein gegebene Ansicht auf die Entstehung vieler andern Mineralwasser anzuwenden, so begegnet uns zunächst ein Zweifel eigenthümlicher und unerwarteter Art. Man hat häufig versucht, diese Wasser durch künstliche Lösung der Stoffe, welche die chemische Untersuchung in ihnen ausmittelte, nachzubilden, und schon Bergmann erwähnt *), daß es ihm gelungen sei, Wasser zu erzeügen, welches dem Pyrmonter und Selterser Mineralwasser sehr ähnlich war. Durch Erfindung eigener Apparate **) wurde es möglich, die Kohlensaüre mit den Wassern in solcher Menge zu verbinden, als sie in der Natur darin vorkam, und manche dieser künstlichen Wasser erlangten zu Zeiten einen ausgezeichneten Ruf; indeß überzeügte man sich stets von Neüem, daß diese künstlichen Wasser den natürlichen nur in einigen Eigenschaften, in verhältnißmäßig sehr rohen Umrissen gleich kamen; und wenn diese Versuche hauptsächlich um der Wichtigkeit willen, welche die Gemische für die ärztliche Anwendung hatten, ein allgemeines Interesse erregten, so mußte man sich auch gerade durch die Unzulänglichkeit bei der Anwendung der künstlichen Nachbildungen überzeügen, daß man bisher nur sehr unvollkommene Surrogate der natürlichen Heilquellen erzeügt hatte. Statt aber diesen Mangel in der Unvollkommenheit unserer chemischen und

*) Physikalische Erdbeschreibung I. p. 296.

**) Parkers Maschine.

Vergl. Nooth in Philos. Trans. for 1755. Vol. LXV., Part. 1, Nro. 4, p. 95.

Priestley's Versuche und Beobacht. II. p. 291.

Bergmann opusc. phys. et chem. I. p. 214.

Magellan, Beschreibung eines Glasgeräthes; aus dem Engl. von Wenzel. Dresden 1785. Wilke in d. Neüen schwed. Abh. für 1785. Crell, chem. Annal. 1785. Bd. I. p. 70. rc. Cavallo, über die Eigenschaften der Luft rc. Aus dem Engl. Leipzig 1782. 8.

physikalischen Kenntnisse, und in der unzureichenden Geschicklichkeit unserer Experimentatoren zu suchen, kam man dadurch auf den Gedanken, daß überhaupt die Mineralwasser nicht als chemische Lösungen, sondern als Gebilde eigenthümlicher Art, abhangig von verborgenen und dunkeln Lebensverrichtungen des Planeten, welche man künstlich nicht hervorzurufen im Stande sei, betrachtet werden müßten. Ohnerachtet nun diese Vorstellung nur bei solchen Naturforschern Eingang finden kann, welche der Erforschung der Naturgesetze, nach welchen die Körper auf einander wirken, dunkle Ahnungen unbegreiflicher Vorgänge substituiren, für welche sich nur in dem Gebiete der bis jetzt unerklärt gebliebenen verwickelten Erscheinungen des höheren organischen Lebens Analogien finden lassen, so hat es doch nächst der erwähnten Veranlassung nicht an andern Gründen gefehlt, welche, aus der mehr oder minder vollkommen beobachteten Eigenthümlichkeit der Mineralwasser hergenommen, dafür sprechen sollen, daß sie mit chemischen Lösungen der Stoffe, welche die Analyse in ihnen nachweist, nicht verwechselt werden dürfen. Die wichtigsten derselben, welche mehr oder minder haüfig bis in die neüeste Zeit, besonders in den Schriften der Badeärzte, vorgetragen und zur Begründung der willkührlichsten, oft den bekannten Naturerscheinungen widersprechendsten Theorien von der Bildung der Mineralquellen benützt wurden, sind folgende:

1) Die Unveränderlichkeit des Gehaltes der Mineralquellen, während längerer Zeitraüme der Beobachtung.

2) Das Fehlen der Spuren von Auflösung (oder dem Verschwinden) großer Massen fester Bestandtheile in der Nähe der Ursprungsörter der Mineralquellen.

3) Die Meinung, daß künstlich erwärmtes Wasser sich schneller abkühle als das Wasser der natürlichen warmen Quellen.

4) Der geringe Gehalt an festen Bestandtheilen vieler Mineralquellen im Verhältniß zu ihrer bedeütenden medicinischen Wirksamkeit und endlich noch das Vorkommen nach den Gesetzen künstlicher Mischung unverträglicher Bestandtheile in den natürlichen Wassern und der Meinung von der Verbindung derselben mit Imponderabilien, Mischungselektrizität, einem eigenen sogenannten Brunnengeist u. s. w. Diese Gründe einzeln zu erörtern sei der Zweck der nachfolgenden Betrachtung.

Es war eine lange Zeit hindurch eine sehr verbreitete Meinung, daß die Mischungen der Bestandtheile der Mineralwasser sich beständig in ihren Verhältnissen gleich bleiben. Der Anblick von Wassern, welche seit vielen Jahrhunderten, ja zuweilen (wie die schon den Alten bekannten und gegenwärtig noch fortwährend fließenden Mineralquellen) seit Jahr-

tausenden einen gleichen Ruf der Heilkräftigkeit ungeschwächt bewahren, mußte dieser Ansicht sehr günstig sein; indeß auch seit der Zeit, daß die Chemie im Stande ist, uns das Verhältniß der Bestandtheile eines Mineralwassers in kleinen Quantitäten mit großer Genauigkeit anzugeben, fand man mehrfach diese Meinung durch zuverlässige Zahlenangaben bestätigt. Die älteren und neüeren Analysen vieler Quellen zeigen sehr haüfig nur Abweichungen, welche innerhalb der engen Gränzen der bei Arbeiten dieser Art möglichen Fehler liegen, und es scheint daher gewiß, daß in sehr vielen Fällen die Gleichförmigkeit der Zusammensetzung noch größer ist, als wir sie nachzuweisen vermögen. So hat Berzelius' Untersuchung der Karlsbader Wasser erwiesen, daß diese Quellen seit den drei und dreißig Jahren, die seit der Untersuchung von Klaproth verflossen, ihre Bestandtheile nicht merklich verändert haben, und wenn es dem Talente dieses Meisters gelungen ist, in ihnen Stoffe nachzuweisen, deren Anwesenheit zuvor in den Mineralwassern überhaupt nicht bekannt war, so ist unstreitig daraus nur der Schluß zu ziehen, daß diese Bestandtheile der Aufmerksamkeit seiner Vorgänger entschlüpft seien. Ähnlich hat G. Bischof bei seiner Untersuchung des Geilnauer Wassers gezeigt, daß diese ebenfalls in gleichem Zeitraume, seit Amburgers Analyse, seine Zusammensetzung nicht verändert haben. Das Fachinger Wasser zeigte selbst bei sorgfältiger Wiederholung seiner Analyse in einem Zeitraum von acht und siebenzig Jahren durch Burggrave und G. Bischof dieselbe Eigenthümlichkeit, und es mag daher wol kein gewagter Entschluß sein, wenn wir sie auch für eine längere Reihe von vorhergehenden Jahren als wahrscheinlich annehmen.

Setzt man nun aber voraus, daß diese Wasser ihre Bestandtheile durch Auflösung aus den Gebirgsarten erhalten, welche sie vor ihrem Austritte durchstreichen, so ist, abgesehen von der Schwierigkeit, diese Bestandtheile immer in den, den Quellen benachbarten Gebirgsarten nachzuweisen, unstreitig schon die Gleichförmigkeit ihres Gehaltes an denselben eine befremdende Wahrnehmung. Wasser, welches Gebirgsarten auslaugt, wird, so scheint es am Tage zu liegen, nicht immer gleichförmig auf sie einwirken können; nimmt es fortwährend unter der Erde ein und denselben Gang, oder mit andern Worten, hält es sich beständig in einerlei Klüften, so wird es den ihm zunächst liegenden Gesteinen bald alle auflösbaren Substanzen entziehen, und sein Gehalt muß daher fortwährend bis zu endlichem Verschwinden desselben abnehmen; bahnt es dagegen sich öfter neüe Wege durch Auswaschung von Klüftungen in der Nachbarschaft, so wird sein Gehalt bald sich steigern, bald sinken, und

überdies nach der größeren oder geringern Durchdringbarkeit einzelner Theile derselben Gebirgsart sich ändern müssen; ja es steht zu erwarten, daß nicht immer dieselben Bestandtheile in ihm gefunden werden, denn es wird doch auf seinem verschiedenen Wege, auch wol ein Mal einem in der Erde so haüfig vorkommenden Wechsel der Gesteine begegnen und also Verschiedenes in verschiedenen Zeiten aufnehmen müssen.

Ohne Rücksicht auf die Versuche, das Hineintreten der festen Bestandtheile in die Mineralwasser anders als auf dem Wege der Auslaugung erklären zu wollen, verdient hiebei doch noch Folgendes in Betracht gezogen zu werden. Es ist gewiß, und es hat deshalb insbesondere Leopold von Buch darauf merksam gemacht, daß wir genöthigt sind, das Entstehen aller aus größerer Tiefe hervortretender Quellen (zu welchen denn doch vorzugsweise die Mineralquellen gehören) als aus dem Zusammentritt einer unzähligen Menge feiner Tropfen (Schwitzwasser) hervorgehend zu betrachten, deren jeder einen Theil der Bestandtheile aus seinen Umgebungen mitbringt, und welche oft aus großer Ferne zusammenfließend, bald eine Menge feiner Wasserstrahlen bilden, die sich endlich zu einem größeren Strahle vereinigend als Quellen hervortreten. Halten wir uns nun an dieses Bild, so ist es klar, daß eine Quelle dieser Art schon fortwährend das Resultat des größten Theiles der Veränderungen in sich schließt, welche in einem beträchtlichen Raume in Beziehung auf den Gang ihrer Zuflüsse und auf die damit verbundene verschiedenartige Natur ihrer Auflösung in verschiedenen Zeiten vorkommen können; es ist in hohem Grade wahrscheinlich, daß wenn von einer Seite her die Auflösung schwächer zufließt, sie von irgend einer der unzähligen andern Seiten, welche der Quelle ihren Reichthum darbieten, stärker erscheinen wird, und wenn auch irgendwo ein Theil der Zuflüsse sich einen Umweg durch, mit anderen Bestandtheilen beladene Gebirgsarten bahnt, so wird der Einfluß dieser Änderung auf die Beschaffenheit der von so unzähligen Zuflüssen gespeisten Quelle haüfig sehr unbedeütend sein. Ganz derselbe Grund ist es ja auch, welcher die fast immer gleichbleibende Wassermenge solcher tiefen aus einem großen Bezirk ihre Zuflüsse erhaltenden Quellen im Allgemeinen erzeügt; sie sind weniger abhangig von den zufälligen Einflüssen vorübergehend vermehrter oder verminderter meteorischer Niederschläge und gleichen zum Theil dieselben aus; während in Quellen, die von der Oberfläche entspringen, schon bei jedem Gewitterregen der Einfluß der vermehrten Wassermenge sehr fühlbar ist; und während sie schon versiegen oder fast wegbleiben, wenn kurze Zeit hindurch Dürre Statt gefunden hat, fließen dagegen die Quellen der Tiefe scheinbar gleichförmig

fort, und nur der Einfluß ganzer Jahreszeiten vorwaltend feüchten oder trocknen Karakters zeigt sich bei ihnen mehr oder minder auffallend, je tiefer ihr Ursprungsort, und je umfassender der Bezirk ihrer Zuflüsse ist.

Es ist aber durch die Zusammenstellungen von Wurzer, Struve und Bischof erwiesen, daß diese Unveränderlichkeit der Mischungsverhältnisse keineswegs allen Mineralquellen zukommt, und daß wir daher auch bei denen, bei welchen sie gegenwärtig bemerkt worden ist, wol zu schließen berechtigt sind, daß diese Beobachtung bei längern Zeitraümen wiederholter Untersuchung sich wol nicht immer bestätigt zeigen werde. Abgesehen nämlich von den kleineren Abweichungen, welche die oben genannten Chemiker selbst schon in diesen Wassern gefunden haben, und welche namentlich Berzelius zu der Meinung vermochten, daß das Karlsbader Wasser zuweilen etwas Kali enthalte, zuweilen wieder nicht, zeigen sich in den Analysen derselben Quellen, durch zuverlässige Chemiker zuweilen solche Abweichungen in den einfachen Resultaten, daß wir nicht umhin können, diese nirgend anders als in der Unbeständigkeit der Quellen selbst zu suchen. So fand z. B. Berzelius in dem Steinbade bei Teplitz, das er 1823 untersuchte, kaum halb so viel feste Bestandtheile als 25 Jahre vor ihm Ambrozzi gefunden hatte*), ohnerachtet der letztere ausdrücklich bemerkt: daß er den Rückstand vom Abdampfen so lange getrocknet und erhitzt habe, bis er keinen Gewichtsverlust mehr erlitt. Noch merkwürdiger ist die Wahrnehmung, welche Herrmann bei wiederholten Analysen an der Salzquelle zu Schönebeck machte; es fand sich nämlich, daß der Salzgehalt einer eigenthümlich fortschreitenden Veränderung unterworfen sei, und das Glaubersalz sich fortwährend mehre, während das Kochsalz absolut gleich bleibe; besonders an einem Beispiel im Großen wird es deütlich, was er im Einzelnen nachweist; es zeigte sich, daß im Jahre 1794 das zur Erzeügung von 20,000 Last Salz erforderliche Quantum Soole 6000 Centner Glaubersalz enthielt; gegenwärtig aber befinden sich in derselben Menge etwa 37 — 38000 Centner, und dieses Verhältniß scheint noch im Zunehmen begriffen. Eine ähnliche Veränderlichkeit hat man auch in den Bestandtheilen der Halleschen Soole wahrgenommen; 1798 kamen in dieser auf einen Theil Magnesia sieben Theile salzsaurer Kalk; 1823 dagegen auf zwei Theile der ersteren nur ein Theil des letztern, und da dieser allmälig darin abgenommen hat, so ist es wahrscheinlich, daß er in wenigen Jahren ganz daraus verschwinden werde. Nicht minder

*) Ambrozzi fand 1797 in 100 Gew. Theilen Wassers 2,137 feste Bestandtheile; Berzelius dagegen in derselben Menge 0,621.

ist Ähnliches von andern Mineralquellen vielfach erwiesen worden. So fand Klaproth 1806 im Riepoldsauer Mineralwasser kohlensaures Natron und kohlensaure Magnesia; Salzer aber fand 1811 keines von beiden darin. Westrumb erhielt bei der Untersuchung des Pyrmonter Wassers 1788 zu verschiedenen Zeiten in Beziehung auf einzelne Bestandtheile (besonders das Glaubersalz) bei Anwendung derselben Methoden sehr verschiedene Resultate, und 1823 nahm Brandes darin kohlensaures Natron als vorherrschenden Bestandtheil wahr, während Westrumb keine Spur davon bemerkt, und doch, wie Bischof nachweist, Versuche genug angestellt hat, welche die Anwesenheit desselben hätten zeigen müssen, wäre es damals im Wasser vorhanden gewesen. Struve erhielt bei fast jeder Untersuchung des Kreüzbrunnens von Marienbad andere Resultate; ja, er führt zum Belege noch drei Analysen anderer sorgfältiger Chemiker (Reüß, Ziegler, Steinmann) an, welche sehr bedeütende Abweichungen darthun. Ähnlich erging es ihm mit dem Wasser von Ems; hier fand er die merkwürdige Eigenthümlichkeit, daß die Menge fester Stoffe sich gleich geblieben war, aber die Zusammensetzung derselben abwechselte. Bischof fand in der Roisdorfer Mineralquelle bei Bonn eine merkwürdige Zunahme der Bestandtheile vom August 1824 bis April 1825 *), und sehr zahlreiche Beispiele, welche an den genannten Orten zusammengestellt wurden, erweisen, daß eine ähnliche Veränderlichkeit der Mineralquellen, deren Größe außerhalb der wahrscheinlichen Fehler der Analyse liegt, schon haüfig bemerkt worden ist. Es können daher die Gründe, welche aus der vermeintlichen Beständigkeit derselben gegen die Auflösungstheorie hergenommen sind, nicht ferner als richtig angesehen werden.

Ein zweiter Einwurf, den man dieser Ansicht gemacht hat, besteht in der Menge der festen Bestandtheile, welche die Mineralquellen im Laufe der Jahrhunderte dem Innern der Erdrinde entführen. Wären diese früher fest in derselben vorhanden gewesen, so sagt man, müßten doch in der Nähe der Austritts-Punkte der Quellen die leeren Raüme,

*) Die Beobachtungen stellen sich auf folgende Weise:

	August 1824.	September 1824.	April 1825.
Glaubersalz	4,481	4,872	5,351
Kochsalz . .	17,896	—	19,325

Struve aüßert daher mit Recht, daß es nothwendig sei, die in Gebrauch stehenden Mineralquellen wenigstens jährlich ein Mal von Neüem zu untersuchen, damit doch der Arzt bei jeder Kurzeit erfahre, was er denn eigentlich seinen Kranken verordnet.

welchen sie entnommen wurden, nachweisbar sein; wir würden die Umgebungen derselben reich an Höhlen, und in Folge der fortdauernden Unterwaschungen der Oberfläche durch Einstürze verwüstet finden. Allein wir sehen Höhlen, Erdfälle rc. in der Nähe der Mineralquellen nicht haüfiger als in anderen Gegenden, und wo sie vorkommen, ist es noch nirgend erweislich gewesen, daß sie mit der Entstehung der Mineralquellen in irgend einem nothwendigen Zusammenhange ständen und etwa Reste der Substanz angehaüft enthielten, welche die Mineralquellen mit sich führen, oder daß durch sie die Quellen ausfließen.

Allein abgesehen davon, daß wir hiebei, wie bei den andern Einwürfen gegen die Auflösungs-Ansicht, immer würden entgegnen müssen, daß man doch nachweisen möge, wo denn die Bestandtheile der Mineralquellen herkommen, die sie doch deütlich aus dem Innern der Erde mit sich heraufbringen, wenn sie dort nicht von ihnen gefunden und weggeführt würden; dient noch zur Beleüchtung dieses Verhältnisses der Beweis, daß man die Wirkungen der Mineralquellen auf die Durchlöcherung der Erdrinde bei der Annahme, als könnten so große Höhlungen wie die erwähnten von ihnen gebildet werden, sehr übertrieben hat, weil man es gewöhnlich verschmähte, die Resultate einer einfachen und leicht anstellbaren Berechnung dabei zu Rathe zu ziehen.

Unstreitig das größte unter den genauer bekannten Beispielen einer sehr reichlichen Quantität fester Bestandtheile, welche von Mineralquellen dem Innern der Erde entführt werden, zeigen die Quellen von Karlsbad. Wie diese muthmaßlich zu den wasserreichsten Mineralquellen des Festlandes von Eüropa gehören, so ist auch die Menge der Salze, welche sie mitbringen, bewundernswürdig; schon Klaproth hatte berechnet, daß diese jährlich etwa 6800 Ctr. kohlensaures Natron und ungefähr 10,300 Ctr. Glaubersalz betrage, und Berzelius hat diese Zahl noch als richtig angenommen; später aber ist von Gilbert gezeigt worden, daß Klaproth sich geirrt habe, und daß diese Zahlen sehr reichlich auf 130,000 Ctr. kohlensaures Natron und 200,000 Ctr. Glaubersalz erhöht werden müssen. Solch' ungeheüre Massen aber, sollte man denken, müßten allein in der Zeit, seit man diese Quellen genauer kennt*), sehr ansehnliche hohle Raüme erzeügt haben, geschweige denn im Laufe vieler Jahrtausende, während welcher, wie sich aus geognostischen Gründen erweisen läßt, diese

*) Sie sind wahrscheinlich seit 1347 also seit 489 Jahren bekannt; s. die Quellen von Karlsbad, p. 66.

Quellen fortwährend unter gleichen Verhältnissen dem Innern der Erde entströmt sind. Sehen wir was die Rechnung darüber ergiebt.

Unter der Voraussetzung, was unstreitig der für die Beleüchtung des gemachten Einwurfs günstigste Fall ist, die Masse fester Bestandtheile in den Karlsbader Quellen läge an einem einzelnen Punkte aufgespeichert und ihre Wegnahme bewirke mithin einen zusammenhangenden hohlen Raum, hat Hr. v. Hoff durch eine leicht auszuführende Berechnung gefunden, daß ihr Inhalt während eines halben Jahrtausends dem eines Würfels von 410 Pariser Fuß Seite gleich sein werde. Ein solcher Würfel aber würde, in dem engen Thale von Karlsbad aufgestellt, noch lange nicht die Höhe der dasselbe einschließenden Wände *) erreichen, und in Beziehung auf dessen Grundfläche so klein sein, daß etwa vierzehn derselben erforderlich wären, um den Flächenraum zu bedecken, welchen gegenwärtig die Stadt Karlsbad einnimmt; eine Masse von dieser Größe aber würde hinreichen, um die Karlsbader Quellen für 7000 Jahre (d. h. seit dem Alter des Erdballes, nach den Heiligen Büchern) mit ihren Bestandtheilen zu versorgen, und demnach eine Höhle von diesem Umfange, tief im Innern der Erde, wie der Heerd der heißen Quellen liegend, nur als eine ganz unbedeütende Blase oder Aushöhlung erscheinen, vor deren Dasein man weder zu erschrecken braucht, noch einen Grund zu Besorgnissen wegen möglicher Einstürze zu finden hat. Struve, welcher ähnliche Resultate findet, fügt diesen noch die Betrachtung hinzu, daß ein Salzlager von den Dimensionen des Lagers von Wielicka, dessen ganze Ausdehnung indeß, besonders nach der Tiefe, bis jetzt noch keinesweges vollkommen erforscht ist, hinreichen würde, um Quellen im Maaßstabe der Karlsbader für einen Zeitraum von 174,086 Jahren mit einem gleichen Antheile fester Bestandtheile zu versehen; es liegt also die Größe derartiger Salzanhaüfungen, wie sie die stärksten Mineralquellen verbrauchen, keinesweges außerhalb des Bereiches der Erfahrungen, während für die andern bekannten Quellen diese Vergleichung natürlich noch mäßiger ausfüllt. So hat Egen berechnet, daß eine Quelle von der Stärke der Soolquelle zu Rothenfelde, welche die mächtigste unter den Salzquellen Westfalens ist, in viertausend Jahren ein Salzlager (vermischt mit allen übrigen festen Bestandtheilen derselben) verbraucht haben müsse, dem ein Areal von ungefähr fünf Viertel Quadrat-Stunden und

*) Dem Dreikreuz-Berg nordöstlich von Karlsbad legt Herr v. Hoff eine Höhe von 532 paris. Fuß über dem Tepl bei; ich fand im Jahre 1825 die Höhe des Paraplüie, auf dem Scheitelpunkt der östlichen Thalwand von Karlsbad, 719,5 paris. Fuß über dem Wasserspiegel.

eine Mächtigkeit von etwa achtzehn Fuß angehöre. Eine Erdaushöhlung dieser Art aber würde, wenn sie nicht ganz unmittelbar unter der Erdoberfläche läge, noch keinen Erdsturz bewirken; denn es zeigen unter andern die Erfahrungen beim Steinkohlenbergbau, daß man weit größere Massen wegnehmen kann, ohne daß etwas anderes erfolgt, als ein Einbrechen und Nachstürzen der nächsten Decke, ohne Einfluß auf die Erdoberfläche; und doch ist hiebei noch zu beachten, daß hier das Wegnehmen gleichförmig und in großen Massen auf ein Mal, dort aber unstreitig, nach den verschiedenen Wegen, die das Wasser sich zu bahnen vermag, ungleichförmig und sehr allmälig geschieht.

Es würden sich leicht noch viele Beispiele beibringen lassen, welche dasselbe erweisen, und wir würden also mithin diesen Einwurf schon als beseitigt ansehen können, käme hier nicht noch ein Umstand hinzu, der ihm vollends alles Gewicht raubt. — Wir sind nämlich von der Voraussetzung ausgegangen, daß alle in den Mineralquellen befindlichen Bestandtheile ihnen von einem einzigen Punkte, aus einem eigenthümlichen Lager zugeführt würden. Diese Vorstellung aber ist, wie auch Hr. v. Hoff bemerkt, nicht nur sehr roh, sondern auch völlig unwahrscheinlich; wir haben oben schon gesehen, wie es sehr wahrscheinlich ist, daß die bedeütenderen Mineralquellen ihren Wasserreichthum, und also auch ihre Bestandtheile, aus einem beträchtlichen Umkreise erhalten; ferner sind die Stoffe, welche sie führen, in ihrer Umgebung über große Raüme fein vertheilt, und es folgt daher von selbst, daß auch selbst so unbedeütende Höhlungen in der Erdrinde, als sie erzeügen würden, wäre unsere erste Voraussetzung richtig, in der That nicht von ihnen gebildet werden können. Es wird im Gegentheil durch eine alleinige Auslaugung der Gebirgsarten, welche in das Gebiet einer Mineralquelle gehören, nur ihr Volumen vielleicht etwas vermindert oder die Masse derselben bei einer allmäligen Entziehung von einem Theile ihrer Bestandtheile, bei gleich bleibendem aüßerem Umfange, nur aufgelockert werden; und wenn auch einzelne Bestandtheile wirklich nur von einem einzelnen Orte, an welchem sie rein beisammen liegen, zugeführt werden sollten, so wird dennoch ein um ein Beträchtliches vergrößerter Zeitraum vorübergehen müssen, bevor in den Umgebungen gewisser Quellen Höhlen von dem angegebenen unbedeütenden Umfange gebildet werden. Herr v. Hoff schließt deshalb seine wichtige Abhandlung über Karlsbad mit der Betrachtung, daß wol erst nach sieben Jahrtausenden in der Umgebung desselben an einem einzelnen Orte eine Höhle von dem Körperinhalt eines Würfels mit den angegebenen Dimensionen gebildet werden könnte.

Der dritte Einwurf, welchen man der Ansicht gemacht hat, daß die natürlichen Mineralwasser nichts weiter als einfache chemische Lösungen der in ihnen enthaltenen Stoffe seien, besteht in der Meinung, daß die natürlich warmen Wasser im Stande wären, größere Wärmemengen zu fassen und länger festzuhalten, als ihnen durch künstliche Erwärmung beigebracht werden könnten. Es würde daher durch sie, so glaubt man, dem menschlichen Organismus in den Bädern noch mehr Wärme zugeführt, als man ihm durch künstlich warme Bäder verschaffen könne, und es würden unbekannte Prozesse der Auflösung und Verbindung fester Stoffe dadurch möglich, welche wir in unsern Laboratorien nicht zu erzeügen im Stande wären. Diese Meinung, für welche sogar Bestätigungen, durch Versuche, welche Kastner zu Wiesbaden anstellte, mit einer gewissen Lebhaftigkeit vorgetragen worden sind, ist an den Ursprungsorten aller Quellen von erhöhter Temperatur mehr oder minder verbreitet, und nächstdem, daß sie den Bedrängten die Befriedigung gewährt, die Kraft ihrer Wasser als eine Art von magischer Wirkung darzustellen, welche sich nach physikalischen Grundsätzen nicht erklären läßt, ist sie unstreitig durch die täglich gemachte Wahrnehmung der langen Dauer entstanden, welche erfordert wird, um diese Quellen nach ihrem Austritt bis zu der dem Menschen erträglichen Badewärme erkalten zu lassen. Zu Wildbad im Gasteiner Thale ist es unter andern eine lang bekannte Erfahrung, daß man das dortige Wasser von 45° Cent. Temperatur schon am Abende in der Badstube ablassen muß, damit es sich am nächsten Morgen bis zur Badewärme von etwa 31° bis 32° abgekühlt habe; in Wiesbaden 64°,$_8$ Temperatur, und Karlsbad 73°,$_7$, wird dazu sogar eine Zeit von 15 bis 18 oder 20 Stunden erfordert, ein Phänomen, welches bei flüchtiger Beachtung etwas sehr Auffallendes zu haben scheint. Indeß bemerkte schon Bischof, daß man sich über die sehr langsame Wärmeabnahme einer beträchtlichen Wassermasse nicht wundern dürfe, welche, in einem schlecht leitenden eingemauerten Becken aufbewahrt, ihre Wärme nur nach oben abzugeben im Stande sei; mehr aber noch widerlegen die Meinung, welche diese Wahrnehmung erzeügt hat, die zu ihrer Prüfung am Karlsbader Sprudel angestellten Versuche von Neümann, Steinmann, Reüß und Damm. Diese Naturforscher nahmen gewöhnliches Flußwasser, das sie bis auf 73°,$_7$ erwärmten, füllten damit eine Flasche, neben welche sie eine gleiche Wassermenge enthaltende Flasche mit frisch geschöpftem Sprudelwasser stellten; in beiden brachten sie Thermometer an, beobachteten den Grad des Erkaltens in ihnen in genau bestimmten Zeiträumen, und fanden, daß die Schnelligkeit der Abkühlung in beiden sehr

nahe gleichförmig von Statten ging, und daß endlich genau dieselbe Zeit erforderlich war, um beide Temperaturen bis auf die Wärme des Zimmers herabsinken zu lassen, in welchem sie beobachteten.

Ähnliche mit vieler Umsicht angestellte Versuche machte Longchamp an den Quellen von Bourbonne les Bains, und kam zu demselben Resultat, ohnerachtet kurz vor ihm scheinbar sorgfältig angestellte Versuche, deren Mängel er aufdeckt, die entgegengesetzte Ansicht zu bestätigen schienen. Eben so war das Resultat von den Versuchen, welche 1823 von Reüß, Ficinus und Schweigger an den Quellen zu Teplitz angestellt wurden; zu demselben Ergebniß führten die Beobachtungen über das Verhalten der Quelle von Baden-Baden durch Salzer, und eben so wurde es von Gmelin an den Quellen von Wiesbaden durch befriedigende Versuche gegen die zuvor von Kastner voreilig verbreitete Meinung erwiesen. Bei dem Überblick dieser Erfolge, welche so leicht hätten vorausgesehen werden können, ist es in der That zu bewundern, wie es möglich war, daß eine so durchaus mit den bekannten Gesetzen des Wärmestoffs in Widerspruch stehende Ansicht, welcher man keinen höhern Werth, als den eines Volks-Aberglaubens beimessen darf, bei wissenschaftlichen Männern hat Eingang finden und so beliebt werden können, daß man sie selbst noch gegenwärtig nur zögernd und ungern aufgiebt. —

Was endlich noch den vierten der angeführten Gründe betrifft, so dürfen wir nur bemerken, daß es allerdings eine der Beachtung würdige Erscheinung sei, daß Quellen, welche nur eine sehr unbedeütende Menge fester Bestandtheile haben, eine verhältnißmäßig sehr beträchtliche Wirkung auf den menschlichen Organismus ausüben. Dies scheint vorzugsweise der Fall mit einigen warmen Quellen zu sein, und man nennt deshalb besonders die Quellen von Pfeffers in der Schweiz, welche bei 37°,1 Cent. Temperatur, im Pfunde nur ungefähr 2,2 Gran fester Bestandtheile enthalten, also viel schwächer an fremdem Gehalt sind, als die meisten unserer gewöhnlichen Brunnenwasser; ferner die Quellen des Wildbad-Gastein und die Teplitzer Quellen, welche nur ungefähr 1/9 der festen Bestandtheile der Karlsbader Quellen enthalten. Diesen Widerspruch zu lösen, kann nur ein Gegenstand der Arzneikunst sein, und die Scheidekunst wird uns nur in dem wenig wahrscheinlichen Falle hier noch Auskunft geben können, wenn es einst erwiesen werden sollte, daß sie Stoffe flüchtiger Natur, in welchen das wirksame Prinzip dieser Quellen liegen könne, übersehen habe.

Ein und zwanzigstes Kapitel.

Bemerkungen über das Vorkommen der Substanzen im Innern der Erde, welche von den Mineralquellen an die Oberfläche gebracht werden. Beständigkeit der Temperatur der warmen Quellen. Struve's Nachbildung der Mineralwasser; sie ist der Auflösungstheorie in hohem Grade günstig.

Wenn es in dem vorhergehenden Kapitel versucht wurde, die Einwürfe zu beseitigen, welche gegen das Wesen der Mineralquellen erhoben worden sind, und diese Einwürfe wol als beseitigt angesehen werden können, so wird es gegenwärtig noch von Interesse sein, einige Bemerkungen über das Vorkommen der Substanzen im Innern der Erdrinde hinzuzufügen, welche die Mineralquellen aus derselben heraufbringen. Sind diese Substanzen, so fragen wir zunächst, auch wirklich in den Gesteinen vorhanden, mit welchen die Zuflüsse der Mineralquellen in Berührung treten, und finden sie sich dort unter Verhältnissen, welche dem Wasser gestatten, sie wegzuführen? Diese Frage dürfen wir besonders bei Beachtung der Resultate, welche die Forschungen der neüern Zeit uns gegeben haben, unbedenklich mit Ja beantworten; und wenn gleich Vieles zur Bestätigung derselben im Einzelnen uns immer noch dunkel bleibt, so mehrt sich doch täglich die Zahl der Beispiele, welche den Begriffen, die man bisher über diesen Gegenstand gehabt hat, widersprechen. Wie wir das Steinsalz in der Nähe der Salzquellen immer haüfiger nachweisen können, so läßt es sich gegenwärtig auch von den Bestandtheilen vieler andern Mineralquellen erweisen, daß sie in den Umgebungen derselben in hinreichender Menge lagern, um sie für Jahrtausende zu speisen. Am besten kennen wir in dieser Rücksicht die Familie der Sauerbrunnen.

Schon als Klaproth die Quellen von Karlsbad zerlegte, in welchen die Natronsalze vorwalten, machte er darauf merksam, daß in der Nähe

dieses Thals Gebirgsarten in großer Verbreitung vorkommen, Klingstein und Basalte, sämmtlich vulkanischen Ursprungs, welche einen unerschöpflichen Vorrath von Natron enthalten, der durch die Verwitterung aus ihnen verschwindet, also muthmaßlich durch die Gewässer mit fortgeführt wird; und in neüerer Zeit hat Bischof berechnet, daß der Natrongehalt des in nicht gar großer Entfernung liegenden Donnerberges bei Milleschau allein hinreichen würde, den Karlsbader Quellen für mehr als 35,000 Jahre ihren vorwaltenden Bestandtheil zu liefern. Es lag ferner die Folgerung sehr nahe, daß auch alle andern natronhaltigen Quellen von Böhmen, Eger, Teplitz, Bilin, Marienbad u. s. w. ihre Eigenthümlichkeit der Nachbarschaft derselben Gebirgsarten verdanken, welche man auch in außerordentlicher Haüfigkeit überall bei ihnen nachweisen konnte. Berzelius ging indeß in der Reihe seiner Schlüsse noch weiter; er war lebhaft von der Beobachtung ergriffen worden, daß sich in der Nähe dieser Quellen ganz dieselben Anhaüfungen basaltischer Gebirgsarten und schlackiger Laven finden, welche er früher in der Auvergne und im Vivarais kennen gelernt hatte, und in deren Umgebung zahlreiche Mineralquellen von demselben Karakter der Zusammensetzung, den eine leichte Vergleichung erwiesen hat, austreten; er schloß daher, daß auch jene auf ähnliche Wege aus der Auflösung derselben Gebirgsarten erzeügt werden müßten. G. Bischof, welcher auf dieselben Verhältnisse des Zusammentreffens natronhaltiger Gesteine mit natronhaltigen Quellen, bei seiner Untersuchung der Wasser von Fachingen, Geilnau und Selters aufmerksam wurde, hat in einer fleißigen Zusammenstellung dieser Ansicht vermehrte Stützen gegeben; er zeigte, daß überall, wo dieselben Wasser bekannt sind, auch dieselben Gesteine sich wiederfinden, und er lieferte eine Übersicht der natronhaltigen Mineralquellen in Deütschland und seinen Nachbarländern, aus welcher es unmittelbar hervorging, daß sie in Beziehung auf ihre geographische Vertheilung denselben Gesetzen folgen, wie die Vertheilung der Basalte und vulkanischen Gebirgsarten in denselben Gegenden.

Allein auch noch eine andere für die Entstehung dieser Quellen wichtige Thatsache war es, auf welche diese Forschungen der genannten Gelehrten auf's Neüe die Aufmerksamkeit lenkten: — Alle Quellen, welche Natronsalze unter den festen Bestandtheilen karakterisiren, hatten auch einen, allen gemeinsamen, flüchtigen Bestandtheil, die Kohlensaüre, welchen sie ihre vorwaltenden Eigenschaften (als Saüerlinge) verdanken. Natronhaltige Gebirgsarten giebt es noch mehrfach außer den genannten: Granit, Porphyr, Thonschiefer, Glimmerschiefer u. s. w. enthalten be-

trächtliche, wenn auch geringere Quantitäten davon, und doch zeigen sich allein diese Quellen bei den erstern, in der Nähe der vulkanischen Gebirgszüge, wo auch die Kohlensaüre in ungemessener Haüfigkeit austritt. Diese beständige Art der Verbindung mußte daher nothwendig bald zu der Ansicht leiten, daß beide Phänomene mit einander in nothwendiger Beziehung stehen. Dabei war es sehr natürlich, sich daran zu erinnern, daß die gasförmigen Entwickelungen der Kohlensaüre in vielen Gegenden der Erde deütlich die Wirkungen vulkanischer Thätigkeit sind, welche oft noch lange in vulkanisirten Landstrichen fortdauert, nachdem schon die Beweise einer größern Energie derselben, in vulkanischen Ausbrüchen, seit Jahrtausenden aufgehört haben. Die Hundsgrotte bei Neapel, die sogenannten Mofetten, welche die Eruptionen des Vesuvs zu beschließen pflegen, die Kohlensaüre-Entwickelungen, welche in den ausgebrannten Kratern in der Auvergne, am Laacher See und andern Punkten in der Eifel ꝛc. vorkommen, sind auf keine Weise verschieden von den Gasentwickelungen in der Dunsthöhle bei Pyrmont, im Thale von Driburg, im sogenannten Schwefelloche bei Ems und in den Umgebungen der böhmischen Sauerbrunnen. Wir sehen daher mit Recht in dieser ganzen großen Quellen-Familie das Produkt einer vulkanischen Regung, welche fortwährend am Fuße der oft längst erloschenen vulkanischen Gebirgszüge vor sich geht, und das Wasser, welches mit den gasförmigen Ausbrüchen der Kohlensaüre in Berührung tritt, in den Stand setzt, einige der Bestandtheile ihrer Gebirgsarten sich anzueignen und mit ihnen beladen hervorzutreten. Diese Ansicht wird übrigens noch dadurch bekräftigt, daß auch die beiden andern Säuren, welche in Verbindung mit den Basen in diesen Mineralwassern vorkommen, nämlich die Schwefelsaüre und Salzsaüre, diejenigen sind, welche nächst der Kohlensaüre am haüfigsten von noch thätigen Vulkanen ausgehaucht werden; auch hat Bischof es wahrscheinlich gemacht, daß in manchen Quellen die Menge der Alkalien nahe gleich bleibt, und nur das Verhältniß der Saüren untereinander wechselt. Dies würde allerdings ebenfalls für die Ansicht sprechen, daß die Alkalien aus den Gesteinen ausgelaugt, die Saüren aber von innen, durch fortwährende Entwickelung, dem Wasser zugeführt würden, das dadurch die verschiedenartig zusammengesetzten Salze enthält.

Diese theoretische Ansicht von der Entstehung der Sauerquellen, welche rein eine Folge der Verbindung geognostischer und chemischer Forschungen ist, hat bei dem Versuch, sie auf die speziellen Verhältnisse einzelner Mineralquellen anzuwenden, bereits einen so hohen Grad von Befriedigung gewährt, daß es nicht erst nöthig sein wird, auf die früher deshalb

gemachten Erklärungsversuche, welche meist das Gepräge der Lokalität trugen, auf welcher sie entsprungen waren, zurückzukommen; doch wird es nicht überflüssig sein, noch auf einige minder allgemeine Verhältnisse hinzudeüten, welche dieser Ansicht der Neüern im Einzelnen zur ausgezeichneten Bestätigung dienen. Viele der hieher gehörigen Quellen besitzen eine erhöhte Temperatur; Karlsbad, Wiesbaden, die Quellen am Mont Dore, die von St. Nectaire, die von Reykium auf Island u. s. w. sind davon ausgezeichnete Beispiele. Man hat sich früher mehrfach bemüht, das Phänomen der Erhitzung von Schwefelkieslagern oder von Steinkohlenbränden herzuleiten, mit welchen sie vor ihrem Ausflusse in Berührung treten. Es läßt sich indeß sowol aus den Bestandtheilen der Quellen als aus der durch Jahrtausende fortdauernden Erwärmung derselben leicht erweisen, daß hierin die wahre Ursache ihrer Wärme nicht liegen könne; und so hat es denn Berzelius schon von den genannten mit großer Evidenz dargethan, daß die unmittelbare Erhitzung des vulkanischen Heerdes im Innern der Erde es sei, an welcher sie Theil nehmen. Berzelius schloß dies von der Quelle bei Karlsbad nur aus der Menge der diese Gegend umgebenden vulkanischen Gebirgsarten im Vergleich mit den Ursprungsorten der andern Quellen ähnlicher Art; und sehr merkwürdig ist dabei die Wahrnehmung, daß der Wärmegrad dieser Quellen lange Zeit hindurch so ungemein konstant bleibt. Berzelius fand die Temperatur des Karlsbader Sprudels 1822 genau so hoch, als sie Becher ein halbes Jahrhundert früher (1770) gefunden hatte.

Beobachtungen über die Temperatur der Quellen im Departement der östlichen Piräneen, welche Carrère im Jahre 1754 bekannt machte, verglichen mit denen, die Anglada in den Jahren 1818 und 1819 an denselben Orten anstellte, schienen anzudeüten, daß die genannten Quellen erkalten, und die Erkaltung in den fünf und sechszig Jahren nicht weniger als 2°, 3°, 6° und sogar 10° R. betragen habe. Allein neüerlich ist durch Legrand gezeigt worden, daß die Erkaltung nur scheinbar sei, indem man es bisher übersehen, daß der von Carrère gebrauchte Wärmemesser ein altes Reaumur'sches war, bei dem der 80 Grad nicht den Siedepunkt des Wassers, sondern den des Weingeistes bedeütet. Nach Verbesserung der Carrère'schen Angaben findet sich, daß alle Unterschiede so gut wie verschwinden, und folglich auch diese Beobachtungen, wie so viele andere, die Unveränderlichkeit der Quellentemperatur darthun. Folgende Tafel enthält die Beläge dazu:

Lage der Quellen; bei	Temperatur der Quellen.		
	Nach Carrère's Thermom. 1754.	Nach geschehener Reduktion auf das Quecksilbertherm. R.	Nach Anglada's Quecksilbertherm. R. 1819.
Nyer	+ 19°,0	+ 18°,0	+ 18°,5
Vinça	20,5	19,4	18,8
Molity	33,0	30,3	30,3
La Preste	38,5	35,2	35,2
Escaldos	38,5	35,2	34,0
Vernet	48,0	43,0	42,8
Ebendas.	51,0	45,5	44,5
Arles	55,5	49,0	49,0
Thuez	70,5	60,0	60,0

Berzelius hat auf eine überzeügende Weise dargethan, daß die Temperatur der Quellen von Mont Dore les Bains seit 2000 Jahren sich nicht füglich geändert haben könne; denn dort badete man schon zu Julius Cäsars Zeiten (weshalb sie auch noch heutiges Tages Les Bains de César heißen) in einem, durch das damals schon erbaute steinerne Badehaus fließenden Strome der Quelle selbst, dessen Temperatur 48°,3 Cent. beträgt; ein Wärmegrad, welcher so ziemlich der höchste ist, welchen der menschliche Körper im Wasser zu ertragen vermag *); mithin kann sich

*) Im Jahre 1774 traten Fordyce, Banks, Solander, Blagden, Dundas, Home, Nooth, Lord Seaforth und der Kapitain Phipps ganz nackt in eine Kammer, worin die atmosphärische Wärme bis auf + 128° gesteigert war, und verweilten darin acht Minuten. Die stärkste Transpiration schützte ihre Haut vor den Wirkungen, welche eine so außerordentlich hohe Temperatur der Luft ohne dieselbe gewiß hervorgebracht haben würde. Dieser Versuch darf nicht mit denjenigen Versuchen verwechselt werden, welche man über die Fähigkeit des menschlichen Körpers, im warmen Wasser auszudauern, angestellt hat. Newton gab + 42° als die größte Hitze, bei der eine Hand im Bade aushalten kann, wenn man sie bewegt; ohne Bewegung konnte er die Temperatur um 8° vermehren, d. h. bis 50° steigern. Die oben genannten englischen Gelehrten fanden, im Mittel aus mehreren Versuchen, daß man mit der Hand eine Wärme aushalten könne, welche

+ 47°,0 Cent. im Quecksilber,
50,5 — im Wasser,

die Temperatur seit jener Zeit nicht beträchtlich vermindert haben, sonst würde die Quelle nicht ohne besondere Abkühlungs-Anstalten zu benutzen gewesen sein. Chevallier hat dagegen die Bemerkung gemacht, daß die Temperatur der Quelle Chaudes-Aigues im Departement des Cantal von + 60°, wie sie Bosc fand, bis + 80°, die sie nun hat, zugenommen habe, und dadurch die wärmste Quelle Europa's geworden sei. Im Jahre 1825 beobachtete Jouannin die Temperatur der Quelle Kukurli zu Brussa in Bithynien, da wo sie aus der Erde hervortritt + 87°,5, und eben so heiß fand er, unter den nämlichen Verhältnissen, die ebendaselbst befindliche Quelle Yeni Kaplidja. Zehn Jahre später beobachtete der Marschall Marmont die Temperatur des zuerst genannten Bades + 84°, die des zweiten + 64°; wobei es jedoch nicht angegeben ist, ob das Thermometer am Austrittsorte der Quelle eingesenkt worden.

Hrn. v. Hoff's umsichtige Erforschung des Karlsbader Thals erweiset, daß die merkwürdigen Quellen desselben aus einer, mit zerbrochenen Gesteinen erfüllten, sehr tiefen und weiten Spalte des Urgebirges hervortreten, von welcher es im hohen Grade wahrscheinlich ist, daß sie selbst unmittelbar bis auf den Heerd der vulkanischen Wirkungen niedersetzt. Der gelehrte Geschichtschreiber der natürlichen Veränderungen der Erdoberfläche zeigt auch, daß diejenigen der Karlsbader Quellen, welche an höheren Punkten des Spaltenthales austreten, eine um so niedrigere

---

54°,0 Cent. im Öl, und
54,5 — im Alkohol

beträgt. Carrère berichtet, daß ein robuster Mann nicht länger als drei Minuten in einem Bade der Thermen von Roussillon aushalten konnte, dessen Temperatur + 5° Cent. war. Lemonnier badete sich in Barèges gewöhnlich bei einer Wärme von + 38°. Er blieb jedes Mal eine halbe Stunde im Bade, ohne daß er eine Unbehaglichkeit empfand; bei einem Versuch aber, welchen er mit einer Temperatur von + 45° machte, strömte ihm, nach sechs Minuten seit der Eintauchung, der Schweiß vom Gesicht; der ganze Leib war roth geworden und angeschwollen; bei der achten Minute empfand er Schwindel, der ihn nöthigte, das Bad zu verlassen. Berger bestimmt auf + 42° die Wärme eines Bades von reinem Wasser, die man ausdauern könne, ohne sich unbehaglich zu fühlen, und ohne daß der Pulsschlag auf eine beunruhigende Weise beschleünigt werde. Alle diese Zahlen stehen sehr weit von den + 78°, welche das Thermometer in dem Bade zu Brussa zeigte, worin der Marschall Marmont einen Türken „lange Zeit" verweilen sah. Die Zweifel, welche man gegen dieses außerordentliche Resultat geaüßert hat, beantwortet der Marschall mit diesen Worten: „Ich habe mit eigenen Augen den Menschen baden sehen. Der Doctor Jeng, ein Österreicher, hat „es eben so gut gesehen, und dieser Arzt machte mich auf der Stelle auf die „Merkwürdigkeit dieses Faktums merksam. Darum gebe ich meine Beobachtung „als vollkommen sicher."

Temperatur haben, je höher ihr Austrittsort ist; mithin kann man es wahrscheinlich finden, daß auch die kalten Sauerbrunnen dieser so wie anderer Gegenden, welche theils höher (im jüngern Gebirge) springen, theils mit den Tiefen der Erde nicht in so offener Verbindung stehen, als heiße Quellen gebildet werden und als kalte an die Oberfläche kommen; ein Verhältniß, wofür auch noch die Wahrnehmung spricht, daß viele dieser sogenannten kalten Sauerquellen doch noch eine etwas über dem Mittel der Atmosphäre stehende Temperatur besitzen.

Es sind übrigens, im scheinbaren Widerspruche mit dem Gesagten, einige Sauerquellen bekannt, in deren Nähe die erwähnten natronhaltigen vulkanischen Gebirgsarten nicht gefunden werden; dies ist der Fall mit den Quellen von Pyrmont und Driburg, und mit einer sehr großen Menge minder bedeütender Sauerbrunnen in dem Theile Westfalens, welcher zwischen der Weser und dem Teütoburger Walde liegt; hier aber zeigt es sich, wozu auch schon die Analogie so vieler deütlich beobachteten Fälle der genannten Verbindung leiten sollte, daß diese Quellen unter Verhältnissen auftreten, welche es sehr wahrscheinlich machen, daß die vulkanischen Gesteine dennoch hier vorhanden sind, und nicht tief unter der Oberfläche von jüngeren Gebirgsarten verdeckt liegen; denn sie treten sämmtlich aus Spalten der Erdrinde hervor, welche das unzweifelhafte Gepräge der Entstehung durch vulkanische Kräfte tragen; die ihnen benachbarten Berge sind erhoben und gewaltsam aus einander gerissen; und wir stehen dort auf einem Boden, der, durch vulkanische Wirkung gestaltet, die im Innern desselben nach fortdauernden Regungen in Form kohlensaurer Gasströme entweichen läßt und durch das Hervortreten der aufgelösten Bestandtheile vulkanischer Gebirgsarten sich deütlich verkündet. Auf ähnliche Weise hat auch Stift bemerkt, daß überall in der Nähe der nassauischen Heilquellen merkwürdige Unregelmäßigkeiten und Zerreißungen in den Schichtungs-Verhältnissen wahrzunehmen sind. In dem Lamscheider Mineralwasser fand Bischof später ein stark kohlensaürehaltiges Natronwasser, welches in einer Gegend vorkommt, in deren näherer Umgebung man keine vulkanische Überreste findet; das Wasser selbst kommt aus einer Übergangsgebirgsart hervor. Bischof macht darauf merksam, daß solche Wasser überall da gebildet werden konnten, wo Kohlensaüre, von einem hohen Druck unterstützt, die Auflösung bewirken könne, wozu nicht immer die Mitwirkung vulkanischer Gebirgsarten nothwendig sei, wiewol dieses Phänomen gewiß am allgemeinsten in ihrer Nähe Statt finde.

Der Chemie muß übrigens die Erklärung vorbehalten bleiben, auf

welchem Wege die große Menge von Kohlensaüre, welche in den Sauerbrunnen austritt, fortwährend im Innern der Erde gebildet wird, und wie mit ihrer Hülfe die Auflösung der andern Bestandtheile dieser Mineralquellen erfolgt. Es würde uns zu weit führen, und auch ohne Voraussetzung chemischer Vorkenntnisse unmöglich sein, dieses interessante Problem nach dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaften specieller kennen zu lernen. Die Erdrinde ist reich an kohlensauren Verbindungen, und Berzelius, Bischof und Struve haben die Wege angegeben, auf welchen, so weit unsere Kenntniß von den gegenseitigen Wirkungen der Körper reicht, dieser Entwickelungsprozeß der Kohlensaüre muthmaßlich in den Werkstätten der Natur eingeleitet werden möge; doch ist es gewiß von allgemeinerem Interesse, hier zu erwähnen, daß Struve bei seinen erfolgreichen Forschungen über die Mittel zur Erzeügung künstlicher Mineralwasser es versucht hat, den Gang der Natur nachzuahmen und auf diesem Wege Sauerbrunnen zu erzeügen, welche den natürlichen so vollkommen als wünschenswerth gleichkommen. Er fand, daß wenn er Klingstein aus dem böhmischen Mittelgebirge unter starkem Druck von kohlensaurem Wasser durchstreichen ließ, und inzwischen noch freie Kohlensaüre zuführte, ein Wasser dadurch erzeügt werde, welches mit dem Biliner Wasser, das am Fuße von Klingsteinbergen entspringt, in seiner Zusammensetzung und in seinen physischen Eigenschaften eine sehr nahe Übereinstimmung zeigt; eben so gelang es ihm auch durch Behandlung des Porphyrs, aus welchem die Quellen von Teplitz entspringen, ein Wasser zu erzeügen, das völlig die Verhältnisse der Zusammensetzung des Teplitzer, wenn gleich nur etwa die Hälfte seiner festen Bestandtheile hatte, und der Schluß, welchen er daraus und aus seinen andern Versuchen über ähnliche Gegenstände herleitet, ist der Auflösungstheorie begreiflich in so hohem Grade günstig, daß wir sie allein deshalb schon für evident zu halten berechtigt wären. —

Allein nicht nur die verschiedenen Gattungen der Familie der Salzquellen und der Sauerbrunnen zeigen Eigenschaften, die ihr Entstehen auf dem Wege der Auflösung außer Zweifel setzen; auch bei den anderen sind wir haüfig im Stande, diesen Weg, wenn auch nicht immer vollkommen, nachzuweisen. Die Bitterwasser Böhmens, welche wir als eine kleine aber eigenthümliche Familie von Mineralwassern kennen gelernt haben, sind, ähnlich wie jene, bereits von Struve aus der Erdart, in welcher sie entspringen (einem Mergel, der aus zersetztem Basalte verunreinigt durch Quarzsand und Kalk entstanden ist), erzeügt worden, und Struve zweifelt nicht, daß auch die Wasser von Cheltenham auf ähnliche Weise erzeügt werden mögen.

Was die Schwefelquellen betrifft, so ist es nicht schwer, sich die Entstehung vieler derselben aus Zersetzung der in manchen Gebirgsarten so haüfigen Schwefelkiese zu erklären. Überall, wo Kohlenflöze, seien es Stein= oder Braunkohlen, in großer Menge vorkommen, in denen man die fortdauernde Zersetzung der Kiese durch Beobachtung kennt, sind auch Schwefelquellen nicht fern; und selbst in dem Umfange großer Torfmoore, wo sich, wie neüere Erfahrungen beweisen, theils Schwefelkiese wirklich erzeügen und zersetzen, theils eine große Menge von Schwefelwasserstoff unmittelbar durch die Faülniß der Pflanzen entwickelt wird, kommen Schwefelquellen vor, welche sich in ihren Umgebungen in Ruf gesetzt haben; so z. B. die von Oldesloh, Bramstedt, die von Muskau, von Gleißen in der Neümark 2c. Hausmann hat schon versucht, die kalten Schwefelquellen Westfalens, Nenndorf, Eilßen u. s. w. mit den in ihrer Nähe brechenden Kohlenflözen in Beziehung zu setzen, allein es bedarf dieser Ableitung nicht, denn Fr. Hoffmann hat gefunden, daß alle diese Quellen, deren Zahl sehr groß ist (von Limmer bei Hannover bis Bentheim und an vielen außerhalb dieser Linie liegenden Orten) aus einer und derselben Schicht, einem oft sehr kiesreichen bituminösen Mergelschiefer, entspringen, dessen Zersetzbarkeit so groß ist, daß man oft erst durch das Ausbrechen der Schwefelquellen auf ihre muthmaßliche Anwesenheit in der Tiefe aufmerksam gemacht wird. Merkwürdig ist, daß auch in andern Gegenden, z. B. in Süddeütschland, und zwar am ausgezeichnetsten bei Boll im Würtembergischen, ferner in England, diese Schicht immer mit Schwefelquellen in Verbindung steht, so daß wir daher nicht umhin können, die Ursachen von dem Entstehen derselben nur in ihr aufzusuchen.

Was die warmen Schwefelquellen anbelangt, welche wir schon oben von den kalten geschieden haben, so scheint sich ihr Entstehen von dem der Letztern allerdings sehr zu unterscheiden. Sie sind nicht an Kohlen und Kiese gebunden, sondern entspringen, wie die Quellen von Landeck und Warmbrunn, die von Barèges und Bagnères 2c., meist unmittelbar aus dem Urgebirge oder doch, wie die Quelle von Achen, wenigstens aus den Spalten von Gebirgsarten sehr alter Formation; es ist daher sehr wahrscheinlich, daß sie ihre Bestandtheile, wie ihre Wärme, durch Zuleitung von dem vulkanischen Heerde erhalten; und dies ist um so leichter möglich, als auch Schwefelwasserstoff zu den Aushauchungen gehört, welche bei noch thätigen Vulkanen haüfig vorkommen.

Von den noch übrigen Arten von Quellen, den Naphtha=, Cement= und inkrustirenden Quellen endlich, welche wir noch unterschieden haben,

ist es ungemein leicht, den Ursprung ihrer karakteristischen Bestandtheile aus dem benachbarten Boden nachzuweisen. Erdölquellen entstehen immer nur an denjenigen Orten, wo der Boden so mit Erdöl durchdrungen ist, daß das Stoßen einer künstlichen Öffnung hinreicht, es darin zusammen fließen zu lassen; Cementquellen kommen immer nur am Fuße von Bergen vor, in deren Innerm fortwährend beträchtliche Quantitäten von Kupfer- und Eisenvitriol durch Zersetzung der Erze sich bilden; wer jemals den Rammelsberg bei Goslar besucht hat, der würde es auffallend finden, wenn das am Fuße desselben zusammenrinnende Quellwasser nicht etwas von dem Kupfervitriol aufgelöst mitbringen sollte, der alle Gänge der Gruben mit seinen Krystallen auskleidet. So ist es auch bei Schemnitz in Ungarn, bei Pöllnitz rc. Von den Inkrustations-Quellen endlich sieht man in den meisten Fällen das Material, welches sie mitbringen, in mächtigen Felsen vor Augen, die ihren Ursprungsort umgeben, und es hat mithin die Theorie von der Entstehung der Mineralwasser durch Auflösung, sowol in Beziehung auf das Vorkommen der in ihnen enthaltenen Stoffe in der Erdrinde so viel Thatsachen für sich, daß wir an ihren Vorzügen vor allen andern bisher gewagten theoretischen Versuchen nicht mehr zu zweifeln berechtigt scheinen.

Zwei und zwanzigstes Kapitel.

Beschaffenheit der Quellen in Absicht des Laufes ihres Wassers. Gleichförmige, periodische, intermittirende Quellen. Das Aussetzen der Quellen war schon den Alten bekannt. Die sogenannten Mai- oder Frühlingsbrunnen. Die Intermittenz des Bullerborns, in Westfalen, hat seit zwei Jahrhunderten schon aufgehört. Erklärung der aussetzenden Quellen. Die Geiser Islands.

Die meisten Quellen geben das ganze Jahr hindurch Wasser, und diejenigen unter ihnen, welche aus größeren Tiefen hervortreten, bleiben auch in Beziehung auf ihre Wassermenge unafficirt von den, in verschiedenen Jahreszeiten in verschiedenem Mengen-Verhältnisse, ihnen werdenden Zuflüssen, die sich an ihren Ursprungsorten ausgleichen. Diese, mithin die gewöhnlichste, und um sich so auszudrücken, am meisten normale Art von Quellen können wir nach dem Vorgange Otto's unter der Benennung gleichförmige Quellen begreifen.

Von dieser Regel giebt es aber mehrfache Ausnahmen. Sehr viele Quellen fließen in den verschiedenen Jahreszeiten mit verschiedener Stärke; im Herbste und im Frühjahr, wann in unsern Klimaten die größten Regenmengen aus der Atmosphäre niederfallen, oder kurz nachher, schwellen sie an; im Sommer und Winter dagegen, wo die Zuflüsse sparsamer ausfallen, nehmen sie ab und fließen langsamer, und zwar nach Maaßgabe der jedesmaligen Stärke dieser Erscheinungen, in verschiedenen Jahren verschieden, und wir nennen deßhalb diese Quellen mit Recht periodische oder abwechselnde.

Eine andere Klasse von Quellen endlich hat die Eigenthümlichkeit, zu gewissen Zeiten des Tages oder des Jahres oft sehr regelmäßig mit dem Fließen aufzuhören, dann aber wiederzukehren und oft in sehr bestimmt beschränkten Zeitraümen mit Fließen fortzufahren, dann wieder still zu stehen u. s. w.; diese werden gewöhnlich intermittirende oder aussetzende

Quellen genannt. Sie sind die seltensten von allen, und verdienen in ihrer Eigenthümlichkeit einer nähern Betrachtung, um den Grund dieser merkwürdigen Erscheinung aufzusuchen.

Schon den Alten war das Intermittiren mancher Quellen wol bekannt, und beide Plinius gedenken unter andern einer am Comer-See, in Oberitalien, welche des Tages drei Mal zu- und abnahm, und auch von neüern Naturforschern wieder aufgefunden worden ist. Die Ortsbeschreibungen der Neüeren sind oft mit Beispielen dieses Phänomens angefüllt, und wenn gleich auch haüfig sehr unkritische, durch die Liebe zum Wunderbaren mit abenteüerlichen Zusätzen ausgeschmückte Berichte davon gegeben worden sind, so läßt sich doch im Allgemeinen an der Richtigkeit der einfachen Wahrnehmung, die diesen zum Grunde liegt, nicht zweifeln. Besonders haüfig kommt die Erscheinung in großen Gebirgsländern, und daher in Europa vorzugsweise in den Alpen, vor, von wo auch schon Scheüchzer vor länger als einem Jahrhundert eine große Zahl von Beispielen gesammelt hat.

Man kennt dort eine große Zahl von Quellen, welche es miteinander gemein haben, den Winter über nicht zu fließen; sie beginnen dagegen im Mai und endigen im August oder September, weshalb sie dort allgemein Maibrunnen oder Frühlingsbrunnen genannt werden. Ihre Erscheinung ist leicht zu erklären: in dieser Jahreszeit, welche auch zugleich die der Schneeschmelze ist, erhalten sie allein Zufluß. Alle Quellen, welche aus dem höhern Gebirge gespeist werden, müssen daher diesen Karakter tragen. Doch giebt es hier auch viele Quellen, deren Intermittenz sich in engern Zeitabschnitten hält, und von den allgemeinen Verhältnissen unabhangig ist.

So nennt unter andern Scheüchzer als besonders merkwürdig den sogenannten Engstler-Brunnen im Kanton Bern, im Gebiete des Haßli-Thales. In der Vertiefung eines hohen Alpenthales, am Fuße beträchtlicher Felsen gelegen, fließt er zwar im Allgemeinen auch nur vom Mai bis in den August, aber auch selbst in dieser Zeit fließt er nicht regelmäßig; er hat nämlich die Eigenthümlichkeit, gewöhnlich nur einige Stunden des Abends und des Morgens (und zwar gewöhnlich um 8^h Morg. und um 4^h Ab.) zu fließen, dann aber gleichförmig und mit beträchtlichem Wasserreichthum. Zuweilen fängt er, wie Scheüchzer berichtet, auch des Abends an und fließt die ganze Nacht hindurch bis zum Morgen, oder umgekehrt; bisweilen fließt er einige Tage lang ununterbrochen und bleibt dann auf einmal wieder einige Tage aus. Der Lugi-Bach ist von ähnlicher Beschaffenheit.

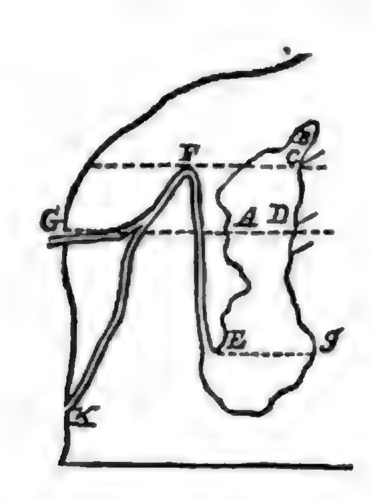
Auch im südlichen Frankreich, besonders im Languedoc, giebt es sehr ausgezeichnete Quellen dieser Art; so nennen Astruc und de la Hire u. a. eine Quelle bei Fonteston oder Fontestorbe in Mirepoix, welche die Eigenheit hat, in den drei Sommermonaten abwechselnd 36 $^1/_2$ Minuten zu fließen und dann wieder 32 $^1/_2$ Minuten still zu stehen. Bei eintretender nasser Witterung dagegen fließt sie fortwährend, und ein 2 bis 3tägiger Regen giebt ihr eine beständige Ergießung, welche etwa zwölf Tage zu dauern pflegt, nach welcher Zeit dann abermals die Intermittenzen beginnen; oft aber intermittirt sie auch in andern Monaten (z. B. im Winter). Ähnliches kennt man an der Quelle von Fonsanche bei Nismes und der Quelle von Colmar in der Provence.

Unter den Quellen ähnlicher Art in Deütschland führt man besonders den Bolderbrunnen oder sogenannten Bullerborn in Westfalen (zu Altenbecken bei Paderborn) an, der einen ausgezeichneten Ruf erlangt hatte; er besaß die Eigenheit, täglich zwei Perioden zu machen, welche man wol mit Ebbe und Fluth verglichen hat; war er sechs Stunden lang ausgeblieben, so kam er gewöhnlich mit einem polternden Geraüsch wieder zum Vorschein und floß sechs Stunden lang so stark, daß er fähig war, drei Mühlen zu treiben. Diese Erscheinung aber hat hier lange schon, wie Hoyer vermuthet, seit den Zeiten des dreißigjährigen Krieges, aufgehört; der Quell fließt gegenwärtig gleichförmig, aber offenbar weit schwächer, als zuvor; dagegen hat uns Hausmann mit einer andern intermittirenden Quelle bei Eichenberg, eine Stunde nördlich von Witzenhausen, bekannt gemacht, welche die Eigenheit hat, regelmäßig alle zwei Stunden auszusetzen. Um diese Erscheinung erklären zu können, hat man schon früh und zu vollkommener Befriedigung seine Zuflucht zu den Erscheinungen des Hebers genommen, und wir dürfen uns nur an diese erinnern, um ebenfalls Überzeügung zu gewinnen.

Ein Heber ist bekanntlich eine gebogene, an beiden Enden offene Röhre von sonst ganz willkürlicher Gestalt. Wird ein Schenkel desselben in ein Gefäß mit Flüssigkeit gestellt, so steigt diese darin so hoch, als sie in dem Gefäße steht; wird sie nun aber durch Saugen oder durch Gegendruck bis zum Scheitelpunkt der Biegung erhoben, so fängt sie an, zur andern Öffnung herauszulaufen, und zwar, nach hydrostatischen Gesetzen, so lange ununterbrochen, bis entweder das Niveau im Innern bis zu dem Niveau der Mündung des aüßern Schenkels gesunken ist, oder, wenn dies wegen größerer Länge desselben nicht geschehen kann, so lange, bis der innere Schenkel den Wasserspiegel nicht mehr erreicht.

Wenden wir diese Vorstellung auf die Ursprungsorte der Quellen

im Innern der Gebirge an, so ist klar, daß hier sehr leicht eine Verbindung von Klüften und Höhlen vorkommen kann, welche nach den Gesetzen des Hebers wirkt.



Gesetzt, wir hätten eine Höhle A, welche von den Klüften BCD rc. her Zuflüsse erhält, und einen heberförmig gebogenen Ausgang EF rc. hat, so ist klar, daß kein Tropfen aus ihr abfließen kann, bevor nicht das in ihr angesammelte Wasser bis zu dem Niveau CF gestiegen ist; dann aber wird es plötzlich und ununterbrochen ausfließen, und zwar, wenn die Austrittsöffnung in G wäre, so lange, bis der Wasserspiegel in der Höhle auf GA gesunken ist; wäre er dagegen in H, so lange, bis das Wasser auf EJ sinkt, und mithin die Höhle beinahe ausgeleert wurde. Dann aber wird Stillstand eintreten, und das Wasser wird nicht früher wieder zu fließen anfangen, als bis es das Niveau FC erreicht hat; und es wird mithin eine Quelle, welche mit solch' einem, sehr wahrscheinlich zuweilen vorkommenden, Höhlen-Apparat in Verbindung steht, intermittirend werden müssen. Die Größe der Perioden dieser Intermittenz aber wird sich nach der größern oder geringern Schnelligkeit des Zuflusses in die Höhle und nach der Größe der Höhle selbst richten, und in verschiedenen Jahreszeiten daher unregelmäßig verschieden, in kurz nach einander folgenden Perioden aber durchaus gleich ausfallen; wird aber in nasser Jahreszeit der Zufluß so stark, daß die Höhle A fortwährend angefüllt bleibt, so wird auch der Abfluß ununterbrochen sein und die Intermittenz so lange aufhören. Wird aber durch irgend einen Zufall der Heber verstopft oder sonst zerstört, so wird natürlich die Intermittenz der Quellen für immer aufhören, und so scheint es u. a. der Fall mit dem obengenannten Bullerborn zu sein, bei welchem muthmaßlich der Bergbau die Ursache der Zerstörung des Apparates gewesen ist.

Noch ist einer ganz eigenen Art intermittirender Quellen zu erwähnen, deren Entstehungs-Apparat von dem beschriebenen abweichen muß;

es sind dieß die intermittirenden heißen Springquellen, welche in mehreren vulkanischen Gegenden der Erde, so auf Banda in den Molukken, und auf Madagaskar *), nirgends aber schöner und zahlreicher vorkommen, als auf Island. Die beträchtlichsten derselben sind dort der Geiser, und der seit 1784 durch ein Erdbeben ganz in seiner Nähe entstandene Strockr oder neüe Geiser **); beide liegen in einem, überall von unzähligen heißen Quellen durchbohrten flachen Thale, dem sogenannten Hoegedal, etwa drei Meilen nordöstlich von Skalholt. Ihre Ursprungsorte sind fast zirkelrunde Becken von sechszig bis siebenzig Fuß Durchmesser, auf der Spitze kleiner Hügel von etwa dreißig Fuß Höhe liegend, welche ganz aus Kiesel-Tuff bestehen, den die Quellen selbst an ihren Mündungen abgesetzt haben. Diese Becken haben auf ihrem Boden einen engen Zuführungs-Kanal, durch welchen siedend heißes Wasser allmälig aufsteigt; ist das Becken bis zum Rande angefüllt worden, so erfolgt, bisweilen auch noch früher, gewöhnlich ein unterirdisches rollendes Getöse, Kanonenschüssen vergleichbar, oft so stark, daß der Boden davon erbebt, sich hebt und zu bersten droht; gleichzeitig wird das Wasser unruhig, schaümt wild auf, und indem sich eine ungeheüre Dampfwolke aus ihm entbindet, wird es mit Heftigkeit aus dem Becken herausgeworfen; Strahlen von acht bis zehn Fuß Durchmesser werden mit losen Steinen und Dampf vermischt, wie Raketen, unter günstigen Umständen bis zu einer Höhe von dreihundert bis vierhundert Fuß hoch hinausgeschleüdert. Bei jedem Schuß erfolgt ein Aussprützen, und dies hält so lange an, bis Alles ausgeleert ist, dann erfolgt wieder eine Zeitlang Ruhe, das Wasser

*) Nach Ebel (Bau der Erde, II. Band, S. 289) soll auf Madagaskar eine springende Saüle von heißem Wasser so sehr gehoben werden, daß sie zwanzig Stunden weit im Meere gesehen werden kann. Die Quelle dieser Angabe ist mir unbekannt.

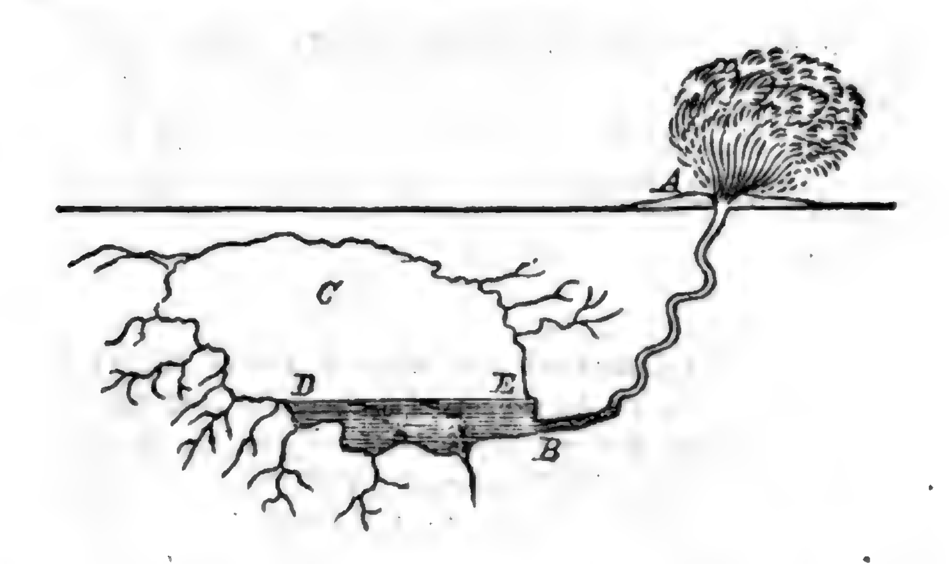
**) Sie liegen nach Olsens Bestimmung etwa 290 Fuß auseinander. Der Name Geiser kommt von dem isländischen Wort „Geise," wüthen, mit Heftigkeit los- oder hervorbrechen, her und wird außer mehreren andern klassischen Werken auch in der Edda gebraucht, worin sich folgende Beschreibung der endlichen Verbrennung des Weltalls befindet;

Die Sonne erblaßt:
Das Meer verschlingt die weit ausgebreitete Erde;
Vom Himmel herab fallen
Die glänzenden Sterne:
Es wüthen (geysar) die Dämpfe
Am Ende der Zeiten;
Und spielende Flammen
Umschlingen den Himmel.

steigt von Neüem, und das Schauspiel beginnt von vorne; die Zeiträume, in welchen diese Ausbrüche erfolgen, haben nach den einstimmigen Aussagen der Augenzeügen eben so wenig etwas Konstantes, als die Größe und Dauer der Ausbrüche selbst. Als Olassen und Povelsen in der Mitte des vorigen Jahrhunderts dort waren, sahen sie in vier und zwanzig Stunden nur zwei eigentliche Ausbrüche; der letzte aber, der nach so langer Ruhe erfolgte, hatte eine furchtbare Heftigkeit; die Wassergüsse folgten Schuß auf Schuß, und die Ergießung dauerte zehn Minuten; zwischen jedem Guß aber lag eine Periode der Ruhe von etwa drei Sekunden, und es waren in dieser kurzen Zeit gegen zweihundert Güsse erfolgt, deren höchsten sie auf sechszig Klafter schätzten. Troil dagegen, welcher im Jahre 1772 auf Island war, sah den Geiser in Zeit von etwa vier und zwanzig Stunden siebenzehn Mal ausbrechen; einige Ausbrüche indeß trieben das Wasser nur schwach über den Rand seines Beckens, andere aber spritzten es bis zwei und neünzig Fuß hoch; dabei dauerten viele Ausbrüche nur wenige Sekunden, der längste dagegen ungefähr vier Minuten. Als Olsen im Jahre 1805 das Phänomen beobachtete, war es wieder verschieden; der Geiser warf ziemlich regelmäßig alle sechs Stunden ein Mal aus und trieb bei einem Ausbruch seinen Wasserstrahl bis zu zweihundert zwölf Fuß; die Dauer dieser Eruption aber betrug zehn bis zwölf Minuten; der Stockr dagegen hatte seltenere und durchaus unregelmäßige Eruptionen, welche das Wasser bis zu hundert fünfzig Fuß trieben; Olsen sah hier ein Mal Wasser und Dampf ununterbrochen stets aufsprudelnd zwei Stunden zehn Minuten lang entweichen; wieder anders waren die einzelnen Erscheinungen, als sie früher Sir John Stanley, und später Mackenzie, Hooker, Henderson wahrnahmen, und es geht auch schon aus Olassens Beschreibung hervor, daß selbst der Ort, an welchem diese Geiserquellen ausbrechen, und wahrscheinlich auch die Zahl der zu gleicher Zeit thätigen Wasserstrahlen, dem manchfachsten Wechsel unterworfen waren *).

*) Troil sah nahe bei Laugervan acht Saülen heißes Wasser von sechs bis acht Fuß Durchmesser 18 bis 24 Fuß hoch, bei Reikuin eine Wassersaüle 60 bis 70 Fuß hoch, in der Gegend des Geisers vierzig bis fünfzig Wassersaülen, unter denen die größte neünzehn Fuß im Durchmesser hielt, 30 bis 92 Fuß hoch steigen. Mackenzie hält Olassens Angabe der Höhe des Geisersprungs für übertrieben, alle Beobachtungen sprechen aber dafür, daß die Höhe des Wasserstrahlen sehr ungleich sein kann. Stanley (1789) schätzte sie auf 96 Fuß, Hooker (1809) auf mehr als 100, und Mackenzie (1810) auf etwa 90 Fuß; Lottin (1836) sah die emporgestoßene Wassersaüle nicht über 50 Fuß hoch steigen.

Um diese Erscheinungen genügend erklären zu können, hat schon Bergmann eine passende Vorstellung gewählt, welche später Mackenzie erweitert hat, und die in neüerer Zeit von Scrope vollständiger entwickelt worden ist. Es ist klar, daß das Wasser dieser Quellen durch irgend eine elastische Macht, deren Druck es überwältigt, herausgetrieben wird, und diese kann keine andere sein, als die Dämpfe selbst, deren heftiges Entweichen das Ausspritzen des Wassers begleitet. Es muß also im Innern der Lavakruste, aus welcher diese Quellen hervorsprudeln, Höhlungen geben, in welchen die angehaüften Dämpfe durch Wasser gesperrt werden und sich so lange ansammeln, bis ihre Expansivkraft so groß wird, daß sie das Wasser herauswerfen und sich den Weg bahnen kann. Es sei C eine solche Höhle in Lava, die durch vulkanische Wirkung (wie bei allen heißen Quellen) fortwährend von unten erhitzt wird. In sie dringt durch viele kleine Klüfte am Boden heißer Wasserdampf ein; dieser wird hier zum Theil durch Druck kondensirt und sammelt sich auf dem Boden der Höhle und in dem Zufluß-Kanal der Quelle AB, der in diese Höhle mündet. Der Druck des Dampfes treibt es darin aufwärts in das Becken an der Mündung A, es fließt über, der Druck wird vermindert, und es verdampft schnell viel Wasser von der Oberfläche DE; dadurch wächst aber die Expansivkraft in C sehr schnell, und es erfolgen heftige Stöße, welche das Wasser herauswerfen und den Dampf entweichen lassen. Die Folge davon ist, daß die Wände der Höhle erkalten, der neü entwickelte Dampf kondensirt sich wieder, Hitze und Druck vermehren sich, und die alten Erscheinungen beginnen von Neüem ihr Spiel.



Je schneller nun die Dampfentwickelung, je größer die Hitze, je enger und winkliger der Ausfluß-Kanal, je höher über dem Niveau des Bodens

der Höhle ꝛc., desto gewaltsamer und schneller wiederholt werden die Wirkungen dieser vulkanischen Druckwerke sein.

Das Phänomen der Geiser-Quellen ist so großartig, daß wir, an der Hand eines Augenzeügen, die Eigenthümlichkeiten desselben noch näher in's Auge fassen wollen. „Obgleich wir, bemerkt Henderson, von einer großen Menge siedender Quellen und dampfender Öffnungen umgeben waren, deren großer und erhabener Anblick bei weitem Alles das übertraf, was wir bisher gesehen hatten, so blieben wir doch nicht einen Augenblick über die Wahl desjenigen Gegenstandes ungewiß, mit dessen Betrachtung wir zuerst unsere erstaunten Augen ergötzen, und welchem wir die ersten Augenblicke unserer Bewunderung widmen sollten. Unfern vom nördlichen Ende des Strichs erhob sich ein großer, kreisförmiger Wall, durch den Bodensatz gebildet, welchen die Quelle absetzt, der man mit Recht den Namen Groß-Geiser beigelegt hat, aus dessen Mitte sich ein ansehnlicher Rauch erhob. Wir bestiegen diesen Wall, und jetzt hatten wir den geraümigen Kessel zu unsern Füßen, der mehr als bis zur Hälfte mit dem schönsten, krystallhellen, heißen Wasser angefüllt war, welches so eben in ein leises Sieden übergegangen und durch eine Dampfsaüle verursacht war, die sich ihren Weg durch eine cylinderförmige Röhre im Mittelpunkt gebahnt hatte. Diese Röhre bestimmte ich durch Messung, daß sie eine senkrechte Tiefe von neün und siebenzig Fuß habe; ihr Durchmesser ist überhaupt zwischen acht und zehn Fuß, aber gegen ihre Mündung erweitert sie sich allmälig, und da, wo der Kessel sie aufnimmt, ist sie fast von gleichem Umfang mit diesem.

„Ungefähr acht und dreißig Minuten nach fünf Uhr wurden wir durch dumpfes Knallen und eine leise Erschütterung des Bodens benachrichtigt, daß ein Ausbruch auf dem Punkte sei, einzutreten; doch wurden bloß einige schwache Wasserstrahlen in die Höhe getrieben, und das Wasser im Kessel stieg nicht über die Oberfläche dieser Ausgänge. Um ein Viertel auf neün Uhr zählten wir fünf oder sechs Knalle, welche die Anhöhe erschütterten, auf der wir uns befanden; doch erfolgte auch jetzt kein beträchtlicher Auswurf: das Wasser kochte blos mit großer Heftigkeit, und durch sein Anschwellen machte es, daß eine Menge kleiner Wellen dem Rande des Kessels zuflossen, dessen innerer Raum sich zugleich immer mehr füllte. Fünf und zwanzig Minuten nach neün Uhr hörte ich Knalle, welche lauter und zahlreicher als alle vorhergehenden waren und genau dem Abfeüern einer entfernten Batterie glichen. Da ich aus diesen Umständen schloß, daß die so lange erwarteten Wunder endlich beginnen würden, so eilte ich nach dem Walle, der heftig unter meinen Füßen

erzitterte, und kaum hatte ich so viel Zeit, um in den Kessel hinab zu blicken, als die Quelle hervorsprudelte und mich augenblicklich nöthigte, mich zu einer ehrfurchtsvollen Entfernung zurück zu ziehen. Das Wasser strömte mit erstaunlicher Schnelligkeit aus der Röhre hervor und ward in unregelmäßigen Saülen in die Luft geschleüdert, von unermeßlichen Dampfmassen umgeben, welche großentheils die Saülen dem Blicke entzogen. Die vier oder fünf ersten Strahlen waren unbedeütend, da sie nur eine Höhe von fünfzehn bis zwanzig Fuß erreichten; auf diese folgte einer von ungefähr fünfzig Fuß, dann zwei oder drei beträchtlich geringere, worauf die letzte kam, welche alle vorhergegangenen an Glanz übertraf und sich zu einer Höhe von wenigstens siebenzig Fuß erhob. Die großen Steine, welche wir vorher in die Röhre geworfen hatten, wurden zu einer ansehnlichen Höhe geschleüdert, besonders einer, welcher weit höher als das Wasser selbst geworfen wurde.

„Bei dem Aufschießen der Strahlen hoben diese das Wasser im Kessel, zunächst der Mündung der Röhre, zu einem oder anderthalb Fuß, und beim Herabfallen der Saüle geschah es nicht bloß, daß das überfüllte Becken sich durch die gewöhnlichen Kanäle ausleerte, sondern das Wasser wurde bis über den höchsten Theil des Randes hinweg getrieben, hinter welchem ich selbst stand. Der Köiper der Saüle, welcher wenigstens zehn Fuß im Durchmesser hatte, erhob sich senkrecht, theilte sich aber in eine Menge prächtiger, gekrümmter Nebenzweige, und mehrere kleine Strahlen trennten sich davon und schossen in schiefen Richtungen, zur nicht geringen Gefahr des Zuschauers, der ausgesetzt ist, ehe er sich dessen versieht, von dem herabfallenden Strahle verbrüht zu werden.

„In dem Augenblicke selbst, wo der Ausbruch aufhörte, sank das Wasser in die Röhre zurück, erhob sich aber wieder unmittelbar darauf bis zu einer Höhe von etwa einem halben Fuß über die Mündung, wo es stehen blieb. Nachdem Alles wieder in einen Zustand der vollkommensten Ruhe zurückgekehrt war, und die Dampfwolken den Kessel verlassen hatten, stieg ich in denselben so weit herab, daß ich das Wasser erreichen konnte, welches ich 183° F. (83°,89 Cent.) warm fand, eine Temperatur, welche 20° F. (11°,1 Cent.) geringer war, als zu irgend einem Punkte der Zeit, während welcher der Kessel sich füllte, und die, meines Erachtens, dem Abkühlen des Wassers durch dessen Aufenthalt in der Luft zugeschrieben werden muß *). Der ganze Auftritt war un-

*) Troil und Olsen senkten ein Thermometer in den Geiser und fanden Siedehitze (212° F. oder 100° Cent.); Mackenzie beobachtete eine Temperatur von

beschreiblich wundervoll; was aber das meiste Interesse für uns hatte, war der Umstand, daß der stärkste Strahl zuletzt erfolgte, gleichsam als wenn der Geiser seine ganze Macht gesammelt hätte, um uns die Größe und Ausdehnung der Kräfte zu zeigen, die ihm zu Gebote stehen, ehe er sich in die unterirdischen Gemächer zurückzöge, wo er vor dem menschlichen Auge verborgen liegt.

„Am Morgen des 29. weckte mich Hauptmann von Scheel gleich nach halb sechs Uhr, um Zeüge des Ausbruches der Quelle zu sein, welche Stanley den neüen Geiser nennt, und welcher in einer Entfernung von hundert und vierzig Yards südlich von der Hauptquelle liegt. Kaum ist es möglich, einen Begriff von dem Glanz und der Größe des Schauspiels mitzutheilen, welches sich meinen Augen darbot, in dem Augenblick, wo ich den Vorhang meines Zeltes zurückzog. Aus einer Mündung, welche neün Fuß im Durchmesser hatte und in einer Entfernung von ungefähr hundert Yards gerade vor mir lag, wurde mit unbeschreiblicher Gewalt eine Wassersaüle, von erstaunlichen Dampfwolken und einem furchtbar brüllenden Geraüsche begleitet, zu verschiedenen Höhen, von fünfzig bis achtzig Fuß in die Luft geschleüdert und drohte den Horizont zu verdunkeln, obgleich dieser vom Glanz der Morgensonne erhellt war. Während der ersten halben Viertelstunde blieb ich auf meinen Knieen in stiller und feierlicher Anbetung versunken. Endlich begab ich mich nach der Quelle hin, wo wir alle zusammen trafen und uns wechselseitig und mit Entzücken unsere Gefühle des Erstaunens und der Bewunderung mittheilten.

„Die Wasserstrahlen hatten sich jetzt gesenkt; aber Schaum und Dampf waren an ihre Stelle getreten, welche, da sie jetzt freien Spielraum hatten, mit einem betaübenden Gebrüll hervorstürzten und sich zu einer Höhe erhoben, welche derjenigen wenig nachgab, zu der das Wasser selbst gelangt war. Als wir die größten Steine, die wir finden konnten, in die Röhre warfen, wurden sie augenblicklich zu einer erstaunlichen Höhe geschleüdert; und einige davon, welche in einer senkrechteren Richtung, als die übrigen geworfen waren, blieben während eines Zeitraumes von vier oder fünf Minuten unter dem Einfluß des Dampfkreises, indem sie auf eine sehr ergötzende Weise abwechselnd bald ausgeworfen wurden,

---

98°,4 und Hooker 82°,2 bis 100° Cent. Nach den Beobachtungen von Lottin war die Temperatnr der Oberfläche 88°, in 31 Fuß (10^{m}) Tiefe betrug sie 104°, und anderthalb Fuß vom Boden des Beckens 123°,9 bis 124° Cent.; die Tiefe des Beckens bestimmte Lottin zu 71 Fuß (23^{m}).

bald wieder einfielen. Ein frischer Nordwind, welcher sich erhob, trieb einen Theil des Schaumes nach der entgegengesetzten Seite, wo er, gleich einem tröpfelnden Regen, herabfiel und so abgekühlt war, daß wir uns unter ihn hinstellen und ihn ohne den geringsten Nachtheil auf unsere Hände und unsere Gesichter auffangen konnten.

„Während ich auf der Sonnenseite stand, zeigte sich ein überaus glänzender, kreisförmiger Bogen von beträchtlichem Umfange auf der entgegengesetzten Seite der Quelle, und nachdem ich meine Stellung verändert und die Quelle zwischen mich und die Sonne gebracht hatte, gewahrte ich einen zweiten, wo möglich noch weit schönern, der aber so klein war, daß er bloß meinen Kopf einschloß. Ihr Farbenspiel war dem der gewöhnlichen Regenbogen völlig gleich. Nachdem das brüllende Geraüsch noch gegen eine halbe Stunde länger gedauert hatte, nahm die Schaumsaüle augenscheinlich ab und sank allmälig bis sechs und zwanzig Minuten nach sechs Uhr, wo Alles in denselben Zustand zurückkehrte, in welchem wir es den Tag vorher betrachtet hatten, indem das Wasser in einer Entfernung von zwanzig Fuß abwärts von der Mündung der Vertiefung zu sieden fortfuhr.“

Drei und zwanzigstes Kapitel.

Verschiedenheit der Temperatur der Quellen. Wärmeverhältnisse der gewöhnlichen Quellen. Ursachen, von welchen die Temperatur der Quellen abhangt. Verhältniß dieser Wärme zur atmosphärischen Wärme. Unter den Tropen ist diese größer als jene; in den gemäßigten und kalten Klimaten ist es umgekehrt. Ursachen dieses Phänomens. Vergleichung beider Temperaturen in Absicht auf die senkrechte Erhebung. Lokal-Einflüsse, welche auf die Wärme einzelner Quellen oder ganzer Quellen-Familien verändernd einwirken. Die Kurven der Isogeothermen in der nördlichen Hemisphäre. Temperatur des Innern der Erde. Hypothesen und Beobachtungen in dieser Beziehung. Temperatur des Erdkerns.

Zu einer möglichst vollständigen Übersicht der Naturgeschichte des ersten Elements des Fließenden auf der Erdoberfläche bleibt uns noch übrig, der Temperatur der Quellen einige Betrachtungen zu widmen, an welche sich einzelne Andeütungen in Beziehung auf die Wärme des Erdinnern naturgemäß werden anreihen lassen.

Daß die Temperatur, mit welcher die Quellen austreten, eine absolut genommen sehr verschiedenartige sei, ist schon aus den vorhergegangenen Erlaüterungen abzuleiten, und eine bekanntlich schon seit den ältesten Zeiten gemachte Erfahrung; wir haben bereits Quellen kennen gelernt, die fortwährend unter sehr hoher Temperatur, selbst unter Siedhitze austreten; ja man kennt Quellen, deren Temperatur, vermuthlich in Folge des hohen Drucks, den sie bei der Erhitzung erleiden, selbst den Hitzgrad des siedenden Wassers übersteigt. So z. B. auf Island die Reyksole Hverar, von denen der größte Hver (d. h. heiße, sprudelnde Quelle) Krablande genannt, 212° bis 218° F. d. i. 100° bis 103°,3 Cent. Wärme hat *). Doch wenn wir diese Erscheinung, als eine Ausnahme von der

*) Nach Bergmann physikal. Erdbeschreib. I. 304; Gliemann, Beschreibung von Island, 47. Findet bei dem zuletzt genannten gewissenhaften Schriftsteller kein Schreib- oder Druckfehler Statt, so hätte das Wasser des am Midfiördr nahe beim Hofe Reykium liegenden Reykelaug, eine Hitze von 326° F. oder 163°,3 Cent. Das isländische Wort Reikja bedeütet rauchend, dampfend oder warm; Laug ist ein warmes, nicht sprudelndes Wasser.

Regel zu betrachten haben und sie nur bei dem Eintreten gewisser seltenerer Bedingungen vorkommend ansehen dürfen, so werden wir hier einige Betrachtungen nur auf die Wärmeverhältnisse unserer gewöhnlichen Quellen beschränken müssen.

Von diesen ist es zunächst eine, wenigstens in unsern Klimaten, allgemein gemachte Wahrnehmung, daß ihre Temperatur sich fast immer von der der Atmosphäre zu unterscheiden pflegt. Wir wissen, daß es im Sommer der Gesundheit nachtheilig ist, frisch geschöpftes Quellwasser zu trinken, weil seine Wärme im Verhältniß zu der der umgebenden Atmosphäre so ungemein gering ist; eben so wissen wir aber auch, daß während die Oberfläche der Erde im Winter zuweilen hart gefroren und mit Eis und Schnee bedeckt ist, die Quellen dennoch fortfahren zu fließen, daß die Ursprungsorte derselben nicht zufrieren und Wärme genug besitzen, fortwährend grünende Pflanzen zu unterhalten, welche ihren Lauf oft bis zu einer beträchtlichen Entfernung von dem Ausbruchsorte schmücken, wo sie dann allmälig ihre Wärme an die Luft abgeben und sich nach dem Wechsel der Witterung richten. Die Temperatur unserer gewöhnlichen Quellen ist also im Sommer im Allgemeinen geringer, im Winter größer als die der Atmosphäre, und es wird nun darauf ankommen, das Verhältniß dieser Differenzen kennen zu lernen.

Untersuchen wir die Ursachen, von welchen die Temperatur des Quellwassers abhangen muß, so finden wir sie zunächst in der Wärme des Bodens, durch welchen sie fließen. Bei langer Berührung mit demselben werden die Wasser (abgesehen von allen andern störenden Einmischungen) den Wärmegrad annehmen müssen, welchen er selbst besitzt, und mit ihm begabt an den Ursprungsorten der Quellen hervortreten. Die Wärme aber, welche dem Erdboden eines jeden Landstrichs zukommt, ist unstreitig zunächst, wie die der Atmosphäre von den klimatischen Verhältnissen desselben abhangig; er wird wie diese, wie wir wissen, nach dem jedesmaligen Stande der Sonne im Sommer erwärmt und im Winter erkältet, und er unterscheidet sich nur von ihr durch die verhältnißmäßig viel geringere Schnelligkeit, mit welcher er diese Eindrücke aufnimmt. Wenn die Wärme sich fast augenblicklich in allen Theilen der beweglichen Atmosphäre nach dem Grade ihrer Fähigkeit sie aufzunehmen verbreitet, wenn eine Bewegung aus wärmeren Gegenden die Temperatur derselben in wenigen Stunden um viele Grade zu erhöhen, oder umgekehrt, ein Luftstrom aus kalter Gegend sie fast plötzlich zu erkälten vermag, so ist es dagegen mit den Einwirkungen der erwärmenden und erkältenden Einflüsse auf den Boden ganz anders. Die Wärme, die sich ihm durch die

Sonnenstrahlen durch erwärmte Luft auf der Oberfläche mittheilt, kann sich nur durch Leitung allmälig in sein Inneres fortpflanzen, und da die wärmeleitende Fähigkeit desselben nur gering ist, so wird dies langsam geschehen. So wird z. B. die Wärme des Sommers nur sehr schwer und vielleicht lange, nachdem sie außen schon vorüber ist, in eine verhältnißmäßig geringe Tiefe der Erde hinabreichen; bevor sie aber den Boden durchdrungen hat, wird schon die Winterkälte eintreten und ihr nacheilen, diese aber wird wieder von der Wärme des folgenden Frühlings und Sommers ereilt werden, bevor sie tief durchgedrungen ist; und so wird, wenn sich diese Erscheinung Jahrtausende durch fortsetzt, also in einer gewissen Tiefe des Bodens die Differenz der Temperaturen, die seine Oberfläche erhielt, sich ausgleichen, d. h. der Boden wird die mittlere Temperatur des Klima erhalten, unter welchem er vorkommt; und dies wird auch die Temperatur der Quellen sein, welche aus einer gewissen Tiefe desselben hervortreten.

Unabhangig von dem manchfachen Wechsel der Witterung, ja selbst unabhangig von dem Wechsel der verschiedenen Temperatur der Jahreszeiten werden die Quellen demnach eine Temperatur zeigen müssen, welche zwischen der Wärme des Sommers und der Kälte des Winters in der Mitte steht, und es wird jetzt nur darauf ankommen, durch direkte Beobachtungen zu erfahren, in wie weit diese merkwürdige Eigenschaft derselben wirklich Statt findet.

Untersuchungen dieser Art sind verhältnißmäßig sehr neü, da zur Ermittelung zuverlässiger Resultate natürlich auch vollkommene Instrumente nöthig sind, mit welchen man erst seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts etwa beobachten lernte. Um aber das Mittel zwischen der Winterkälte und Sommerwärme eines Ortes in unsern Klimaten zu finden, muß man wegen der Verschiedenheit derselben in einzelnen Jahren eine langjährige Reihe von Temperaturbeobachtungen besitzen, welche die Summe der möglichen Verschiedenheiten in dieser Beziehung möglichst vollkommen in sich schließt. Wir finden daher eine solche Arbeit mit Rücksicht auf die Temperatur der Quellen zuerst im Jahre 1775 versucht. In einem Aufsatze von Roebuck über die mittlere Temperatur von London verglichen mit der von Edinburgh bemerkt der Verfasser, daß er für London aus drei Jahren 11°,₂, für Edinburgh dagegen 8°,₇₁ gefunden habe; es sei aber die Temperatur der Quellen zu London unabhangig von dem Wechsel der Jahreszeiten 10°,₅₆, zu Edinburgh 8°,₂₅, und eine solche übereinstimmung sei für jedes Land zu erwarten. — Diesem Winke folgend beobachtete, auf Cavendish Veranlassung, John Hunter die Tem-

peratur der Quellen auf Jamaica und fand diese auch hier, bei 26²/₅° mit der mittleren Temperatur der Atmosphäre völlig übereinstimmend.

Es war daher sehr natürlich, daß man bald darauf kommen mußte, Beobachtungen der Quellen-Temperatur eines Landes als ein Mittel anzusehen, um sich leicht und zuverlässig von der Beschaffenheit der Wärme-Verhältnisse desselben zu unterrichten. Man konnte nun durch einzelne Beobachtungen der Temperatur der Quellen das erreichen, was man sonst nur durch eine schwerfällige Berechnung einer, an verhältnißmäßig wenigen Orten angestellten vieljährigen Beobachtungsreihe der Luftwärme zu erhalten im Stande war, und es kam daher viel darauf an, die Zuverlässigkeit dieses neüen Hülfsmittels zur Bestimmung der klimatischen Verhältnisse der Länder genauer zu prüfen. Deshalb wurden von A. von Humboldt und L. v. Buch die Quellen-Temperaturen auf ihren Reisen fleißig beabachtet und nächst den einzelnen Beobachtungsreihen, welche andere Naturforscher, z. B. Erman, der Vater, an ihren Wohnorten anstellten, schloß sich an sie vorzugsweise der schwedische Botaniker Wahlenberg an, dessen fleißigen Untersuchungen die Klimatographie von Eüropa so bedeütende Fortschritte verdankt. Während wir durch A. von Humboldt die Temperatur der Quellen in den Äquatorial-Gegenden kennen lernten, widmeten diesem Zweige der Naturforschung Wahlenberg und Leopold v. Buch ihre Thätigkeit in der Polarzone und in den gemäßigten Klimaten, die auch in neüerer Zeit der Schauplatz gewesen sind, auf welchem Erman, der Sohn, Kupffer u. e. a. zahlreiche Beobachtungen angestellt haben. Als Resultat dieser verschiedenen Bemühungen dürfen wir gegenwärtig Folgendes annehmen:

Es fand sich zunächst, daß allerdings in der Temperatur der Quellen einer Gegend im Allgemeinen, insbesondere der aus größerer Tiefe hervorkommenden, wo nicht zufällige Störungen einwirken konnten, eine merkwürdige Übereinstimmung und Gleichförmigkeit Statt finde. Wahlenberg hatte durch mehrjährige Beobachtungen, die jeden Monat wiederholt wurden, die Temperaturen der Quellen in der Gegend von Upsala bestimmt und die größte Abweichung vom Mittel bei der zuverlässigeren das ganze Jahr hindurch noch nicht 1° (bei dreien nur $0,_{1}$) Cent. gefunden; als er später, in den Jahren 1811 und 1812 die Temperatur des Louisenbrunnens bei Berlin beobachtete, fand er während fünf Monaten nur eine Differenz von $0°,_{28}$; Erman, der Vater, entdeckte eine Quelle bei Potsdam, deren Veränderung während einer Beobachtungs-Periode von neünzehn Monaten nur $0°,_{11}$ betrug.

Als man aber die Temperatur der Quellen mit der mittleren Tem-

peratur der Atmosphäre desselben Landes verglich, zeigte sich eine andere unerwartete Regel. A. v. Humboldt bemerkte, daß bei allen Beobachtungen, welche er in den Gebirgen von Caracas und Cumana angestellt hatte, die Temperatur der Quellen stets um einige Grad (bis 3° C.) niedriger ausfiel, als sie nach der Vergleichung mit der mittleren Temperatur der Atmosphäre hätte sein müssen, wären beide übereinstimmend; so fand er z. B. die Quelle von Quetepe, auf dem Wege von Cumana zur Halbinsel Araya in 190' Höhe 22°,5 Cent. (bei 28°,7 Luftwärme), während die mittlere Temperatur von Cumana 27°,7 beträgt, und die Quelle vermöge des durch Humboldts Beobachtungen für das dortige Lokal bekannt gewordenen Gesetzes der Wärmeabnahme mit der Höhe etwa 25° hätte betragen müssen. Diese Abweichung war indeß keineswegs nur zufällig, denn lange nachher, 1815, fand Leop. v. Buch es eben so am Rande der heißen Zone, auf den Canarischen Inseln. Dort beobachtete er an Thermometern, welche mit Wahlenberg's und Erman's Instrumenten verglichen waren, die mittlere Temperatur von sieben Quellen am Ufer des Meeres (oder wenig davon entfernt) auf Teneriffa, Palma und Lancerote zu 18°,0; die mittlere Temperatur der Atmosphäre dagegen beträgt zu Santa-Cruz nach Don Francisco Escolar's Beobachtungen 21°,62, mithin stände diese volle 3½° höher als die Temperatur des Bodens. Hr. v. Buch zeigt, daß es auch auf Jamaica und im Innern von Congo so sei, wo die Differenz 3° betrage; ja selbst noch im südlichen Europa kann diese Erscheinung beobachtet werden; und wahrscheinlich, bemerkt er, würde man in Portugal, in Spanien, in Italien viele Quellen finden, welche in ihrer beständigen Wärme von der Lufttemperatur noch mehr abweichen würden, als die Quellen tropischer Länder. Eine Quelle unweit Palestrina fand er am 29. August 1805 von 9½ R. Temperatur, da doch die mittlere Temperatur der Luft 12°,8 R. verlangt haben würde.

In den Gegenden der kalten und in den nördlichen Theilen der gemäßigten Zone ergaben dagegen die Beobachtungen, daß ein umgekehrtes Verhältniß Statt finde; dort war die Temperatur der Quellen, und mit ihr die des Bodens, immer höher als die der Luft, und je näher den Polen, desto beträchtlicher zeigte sich dieser Unterschied. In den Gegenden über den Polarkreis hinaus steht die mittlere Temperatur der Atmosphäre oft unter dem Frostpunkte, und sollte ihr also die Temperatur der Quellen entsprechen, so müßten diese das ganze Jahr hindurch gefroren erscheinen; dieß aber ist nicht der Fall. Bei Hammerfest (Lat. 70¾° N.) sah Hr. v. Buch einen Bach, welcher den ganzen Winter hindurch nicht zufriert, und aus welchem sich daher die Bewohner ihr Wasser im Winter

holen; und selbst auf Mageroe, der nördlichsten Insel Europa's, friert es nach seinem Zeugnisse in gut verschlossenen Kellern niemals, ja er führt ein Beispiel an, daß im Winter dort unter dem Schnee noch fortwährend das Gras wächst und von den Normännern wie im Sommer benutzt wird. Wahlenberg fand diese Wahrnehmung seines Vorgängers durch genauere Beobachtung vollkommen bestätigt. Aus einer mehrjährigen Reihe genauer Thermometer-Beobachtungen leitete er die mittlere Luftwärme von Enontekis, in Lappland, (Lat. 68½° N.) zu — 2°,₇ ab, während die Temperatur der Quellen an demselben Orte + 1°,₇ beträgt; mithin Differenz 4°,₅. Wahlenberg theilt ferner eine große Reihe von Quellen-Temperaturen aus Lappland mit, welche sämmtlich über der mittlern Temperatur der Atmosphäre stehen, so z. B. auf Vadsöe (Lat. 70° N.) Luft — 1°,₂, Boden + 2°,₂, Unterschied 3°,₄; dabei zeigt er auf eine sehr überraschende Weise, wie man sich dieser Beobachtungen bedienen könne, um die Vegetationsgränzen zu bestimmen, und wie also die Temperatur des Bodens mit seiner Vegetationskraft völlig übereinstimmt. Doch auch unter Parallelen, die um fast 10° südlicher sind, zeigte sich noch ein Ueberschuß der Temperatur des Bodens über die der Atmosphäre. Zu Upsala gaben ihm mehrjährige Quellen-Beobachtungen im Mittel 6°,₅, während die mittlere Temperatur der Atmosphäre daselbst nur 5°,₄ beträgt, mithin Unterschied 1°,₁. Ähnlich fand es Erman, der Vater, in Berlin (Lat. 52½°), wo die Beobachtung der mittleren Temperatur von vier Quellen 9°,₉₉ für die Wärme des Bodens gab, indeß die mittlere Wärme der Luft, nach neüern Beobachtungen (vierzehn Jahre, 1821 bis 1834) auf das wahre Medium reduzirt, 8°,₉₃ beträgt *), Differenz 1°,₀₆; eine Verschiedenheit, die für diesen Parallel noch sehr groß ist, und die sich unter einem 5° südlicheren Parallel, wo wir zu Basel (Lat. 47½°) sehr zuverlässige Beobachtungen besitzen, so völlig ausgeglichen zu haben scheint, daß hier höchst wahrscheinlich Boden und Atmosphäre einerlei mittlere Temperatur (9°,₅) besitzen. Folgende Tabelle enthält die Übersicht einiger von den hauptsächlichsten der hierher gehörigen Beobachtungen:

*) Man sehe meine Geschichte der barometrischen Höhenbestimmung von Berlin und Dresden ɩc. Drei Sendschreiben an Herrn Alexander v. Humboldt. Berlin 1836.

		Luftwärme.	Bodenwärme.
Zone von 0° bis 30° N.			
Congo (226' hoch)	Lat. 9° 00'	25°,6	22°,7
Cumana	10 28	28,0	25,6
St. Jago (Kap Verdische Ins.)	15 00	25,0	24,5
Rockford (Jamaica)	28 00	27,0	26,1
Habana	23 09	25,6	23,5
Nepal	28 00	25,0	23,2
Teneriffa	28 30	21,6	18,0
Cairo	30 02	22,6	22,5
Zone von 30° bis 55° N.			
Natchez	Lat. 31° 28'	18°,2	18°,5
Charleston	33 00	17,5	17,5
Philadelphia	39 56	11,9	11,2
Genf (209')	46 12	9,6	10,4
Dublin	53 21	9,5	9,6
Berlin	52 31	8,9	10,0
Kendal	54 17	7,9	8,8
Kaswick	54 33	8,9	9,2
Kisnikejewsk (154')	54 36	— 1,5	4,3
Zone von 55° bis 70° N.			
Karlskrona	Lat. 56° 08'	+ 7°,8	8°,5
Nischne Tagilsk	57 54	0,2	2,9
Werchoturje	58 51	0,8	2,3
Bogoslowsk	59 45	5,6	6,5
Upsala	59 51	5,4	6,5
Umea	63 50	0,7	2,9
Enontekis	68 30	— 2,8	1,7
Vadsöe	70 00	— 1,2	2,2

Es sind mehrfache Versuche gemacht worden, dieses eigenthümliche Verhältniß der Temperatur des Bodens zu der des Luftkreises genügend erklären zu können. Wahlenberg glaubt, die Ursache dieses Phänomens, und wie es scheint mit Recht, in dem Schneekleide suchen zu müssen, welche in Lappland über sieben Monate lang den Boden bedeckt und die Kälte des Winters denselben zu durchdringen verhindert; im Sommer ist der Boden frei und kann daher nicht nur ungehindert erwärmt werden, sondern es dringen auch dann fast allein die Wasser in den Boden, welche die Quellen speisen; während im Winter nichts eindringt, was die kalte Temperatur der Umgebung in's Innere der Erdrinde überführen könnte.

Diese Ansicht erhält auch noch dadurch Bekräftigung, daß mit niedriger werdenden Parallelen, wo das Verweilen des Schnees auf dem Boden immer seltener wird, dieser Überschuß der Bodenwärme stets im Abnehmen begriffen ist, und daß er, wie Wahlenberg's Beobachtungen in den Schweizer Alpen beweisen, auf die mit Schnee bedeckten Gebirge in mittleren Latituden sogleich wieder in ähnlichen Verhältnissen wie in Lappland eintritt. Während dieser Unterschied nämlich, wie wir sehen, am Fuße des Gebirgs zu Basel (128′) und selbst noch in Höhen von fast 400 Toisen als Null angesehen werden kann, — denn nach Unger's sehr sorgfältigen Beobachtungen in den Tiroler Alpen ist die mittlere Luftwärme von Kitzbühel (Lat. 47° 27′ N., Long. 10° 4′ O., Höhe 392′) 7°,75 und die Temperatur von drei Quellen 7°,62, — fand Wahlenberg die nachstehenden Werthe in den beigeschriebenen Höhen:

	Höhe.	Quelle.	Luft.	Überschuß der Bodenwärme.
Rigi, Kaltebad . .	(738′)	6°,5	3°,4	3°,1
Pilatus	(760′)	5,0	3,0	2,0
Roßboden, St. Gotthard	(1095′)	3,5	— 0,9	4,4

Mithin auf dem St. Gotthard fast genau einen eben so großen Überschuß der Bodenwärme als zu Enontekis in Lappland; ein Phänomen, welches durch die Übereinstimmung der Vegetations-Verhältnisse Lapplands mit denen der hohen Alpen nur an Interesse gewinnen kann. Analoge Resultate fand Wahlenberg in den Karpaten, doch fehlte es ihm hier zur genauen Bestimmung des Überschusses an genügenden Beobachtungen für die Temperatur der Luft. Unger hat die Quellen-Temperaturen, welche der schwedische Botaniker in der Schweiz und in den Karpaten gemessen hat, mit den von ihm in der Gegend von Kitzbühel beobachteten übersichtlich zusammen gestellt, um die Bodenwärme des Alpen- und des karpatischen Gebirgsystems schnell vergleichen zu können. Die Wahrnehmungen kommen folgender Maßen zu stehen:

Tirol.		Schweiz.		Karpaten.	
Höhe.	Temper. der Quelle.	Höhe.	Temper. der Quelle.	Höhe.	Temper. der Quelle.
		1440′	9°,4		
				1671′	7°,2
1770′	8°,8				
2350	7,62				
2420	7,25				
		2500	7,16		
2857	6,6				
				3337	5,0
				3394	4,5
				3508	4,7
				3660	4,6
3870	6,1				
		4000	6,0		
4070	4,9				
4780	3,57				
				4897	3,8
5100	3,5				
5550	3,6				
				5795	3,4
		6576	3,5		

Hieraus ergiebt sich, fügt Unger hinzu, daß die Karpaten in den Gebirgsthälern und bis zur Buchengränze hinauf ein rauheres Klima als die Schweizer und Tiroler Alpen haben, daß aber dieses Klima in ansehnlicheren Höhen sich überall so ziemlich gleich kömmt.

Sehen wir ab von den Erscheinungen, welche sich in senkrechter Richtung zu erkennen geben, und blicken noch ein Mal zurück auf den Überschuß der Bodenwärme gegen die Luft-Temperatur in den nördlichen Regionen, so darf man hier, wo der Halbmesser der Erde geringer als in niedern Latituden ist, vielleicht den Einfluß berücksichtigen, welchen die der Erde eigenthümliche Wärme auf die Temperatur der Quellen ausübt.

Ähnlich wie den Überschuß der Temperatur des Bodens in der gemäßigten und der kalten Zone hat L. v. Buch auch das Minus derselben in dem heißen Erdgürtel zu erklären versucht. Vom südlichen Europa bis zu den Wendekreisen, so berichtet er, giebt es nur eine Regenzeit, höchstens vom November bis zum April; vom Mai an regnet es nicht mehr; die Sommerwärme wird also in diesen Ländern eben so wenig von den Wassern ins Innere der Erde verbreitet werden können, als die Win-

lerkälte in Ländern, wo es friert; und es kann nur die Temperatur eindringen, welche der Regen während seines Falles vorfindet, und mit dieser werden die Quellen wieder hervorbrechen; deshalb, meint er, wird also die Temperatur der Quellen in solchen Ländern geringer als die Mitteltemperatur der Atmosphäre sein, auf deren Erhöhung die Wärme der trockenen Jahreszeit einen so mächtigen Einfluß hat. L. v. Buch hat zugleich gezeigt, wie sehr wahrscheinlich diese Ansicht durch die außerordentliche Langsamkeit wird, mit welcher erweislich das Regenwasser auf den kanarischen Inseln seinen Weg bis zu den Ursprungsorten der Quellen zurücklegt. So bricht z. B. eine starke Quelle auf Gran Canaria erst im Mai hervor, fließt den Sommer hindurch, wird schwächer im August und hört endlich im Oktober zu fließen auf, um während der Regenzeit trocken zu bleiben. Das Wasser braucht mithin wenigstens zwei bis drei Monate Zeit, um seinen Weg durch die Klüfte der Berge zu vollenden, und die Wärme, mit welcher es an die Oberfläche tritt, ist daher muthmaßlich die mittlere Temperatur der Monate Februar und März. Dasselbe beweisen übrigens zum Theil auch die Zeiten, zu welchen die Maxima und Minima der Temperatur bei wenig veränderlichen Quellen in unsern Gegenden eintreten: Erman fand, daß alle Quellen bei Berlin und Potsdam ihren höchsten Stand im August erreichen, während die höchste Luftwärme im Juli eintritt; der niedrigste Stand zeigte sich weniger deütlich: bei einigen im Januar, bei andern im März, im April oder Mai. In Basel dagegen trat der niedrigste Stand der Quellen-Temperatur entschieden im Februar, bis in den März, und der höchste im September ein; in der Nähe von Colinton bei Edinburgh fiel das Minimum mit der Baseler Zeit zusammen, das Maximum aber in die letzten Tage des Juli; in Upsala dagegen, wo der Winter so viel länger dauert, war der niedrigste Stand erst im April beobachtet worden; der höchste aber fiel mit der Zeit in Basel nahe zusammen, weil die Luft in der Schweiz und in Schweden ungefähr um dieselbe Zeit gleiche Temperatur besitzt. —

Außer diesem naturgesetzmäßigen Verhältnisse, nach welchem die Temperatur der Quellen in den verschiedenen Theilen der Erdoberfläche geordnet zu sein scheint, giebt es auch noch begreiflich eine sehr große Zahl von Special- und Lokal-Einflüssen, welche auf die Wärmeverhältnisse einzelner Quellen oder ganzer Quellen-Familien verändernd einwirken. Der Boden, aus welchem sie austreten, die Tiefe oder Höhe, aus welcher sie ihre Zuflüsse erhalten, die größere oder geringere Ausgesetztheit ihres Austrittsortes gegen die Einflüsse der Sonnenstrahlen, oder

andre von der Weltgegend herrührender Eindrücke, und endlich die chemische Beschaffenheit der Wasser, sind eben so viel Potenzen, welche sehr wol allein dazu beitragen können, die Resultate des allgemeinen Einflusses der Klimate zu verwirren, und eben so viel Probleme für einen gewandten Beobachter zu erzeügen.

Deshalb theilt auch Erman, der Vater, die anomalen Einflüsse, welche Quellen betreffen können, in erwärmende und erkältende, von denen einige einen sehr allgemeinen Karakter zu besitzen scheinen. Abgesehen von den specielleren Beispielen konstanter Differenzen bei einzelnen Quellen, welche er anführt, ist es namentlich der Aufmerksamkeit gewiß würdig, daß alle Salzquellen, die bis jetzt untersucht worden sind, eine höhere Temperatur besitzen, als ihnen, den klimatischen Verhältnissen nach, zukommt; so haben die Salzquellen von Halle + $15°{,}_0$, da ihnen doch kaum mehr als $10°{,}_5$ gebührt; die Dürrenberger Quellen steigern ihre Wärme auf $17°{,}_5$, die von Münster am Stein, an der Nahe, auf $27°{,}_5$, und eine der Nauheimer Quellen sogar auf $30°{,}_0$; ja man hat schon als Grundsatz ausgesprochen, daß je größer der Salzgehalt, um so höher auch die Temperatur der Quellen sei, was jedoch als allgemeine Regel noch der Bestätigung zu bedürfen scheint, insofern nicht der größere Salzgehalt mit der größeren Tiefe zusammenhangt.

Leichter einzusehen und gewiß auch von der Temperatur-Erhöhung der Salzquellen verschieden, ist der Grund von der fast immer etwas erhöhten Temperatur vieler Sauerbrunnen, auf welche L. von Buch neüerlich die Aufmerksamkeit gelenkt hat. „Ungeachtet, — sagt er in seiner Beschreibung der Canarischen Inseln, — in Canaria süße und sauere Quellen sehr wenig von einander entfernt liegen, so findet sich doch in ihrer Wärme ein Unterschied von nahe an 50° Cent. In dem engen Thale, welches zur Caldera von Palma hinaufführt, bricht, 1361 Fuß über dem Meere, ein Sauerwasser, l'Agua agria, hervor, und sehr wenig davon entfernt, fast im Bette des Baches, steigt rauschend eine andere, süße Quelle, l'Agua buena, aus dem Gerülle des Grundes. Das Sauerwasser hatte am 26. September $23°{,}_{75}$ Wärme, die süße Quelle nur $16°{,}_{25}$. — Die Sauerquelle von Chasna auf Teneriffa, schon in 5800 Fuß Höhe, hatte dennoch am 28. Mai eine Temperatur von $16°{,}_{62}$. Allein, so merkwürdig diese Erscheinung auch sein mag, so ist sie doch diesen Inseln nicht eigenthümlich, sondern ziemlich allgemein. Zum wenigsten habe ich noch kein Sauerwasser auffinden können, dessen Temperatur nicht jederzeit die der laufenden und reinen Quellen übertroffen hätte. Man begreift dies leichter, wenn man durch die Untersuchung, wie die Sauer-

wasser auf der Erdfläche vorkommen, mit ihrer wahren Natur etwas näher bekannt wird. Sie sind nämlich jederzeit nur der Ausfluß der heißen, mineralischen, viele Stoffe enthaltenden Quellen, welche in der Tiefe, in Spalten und in engen Thälern hervorbrechen. Die Kohlensaüre, vom heißen Wasser zurückgestoßen, entweicht, dringt durch die Risse der Felsen in die Höhe, verbindet sich dort mit den kältern Wassern und kommt mit ihnen zu Tage hervor. Daher werden denn diese Wasser von dem emporsteigenden Gas erwärmt und über ihre ursprüngliche Temperatur etwas erhoben. Unter so vielen von den reichsten Sauerquellen in der Wetterau und auf dem Gebirge zwischen der Lahn und dem Main ist nicht eine, welche nicht mehrere Grade über der gewöhnlichen Temperatur kalter Wasser erwärmt wäre. Selters, gegen 800 Fuß über der Meeresfläche, hat $13^{\circ}{,}_{75}$, Großkarben, zwischen Friedberg und Frankfurt, eine der stärksten und dabei der wasserreichsten aller bekannten Sauerquellen, $15^{\circ}{,}_{0}$, Schwalheim $12^{\circ}{,}_{5}$ Cent. *), und nie steht hier eine solche Quelle in ihrer Temperatur tiefer."

Eben diese Wahrnehmung machte Kämtz in derselben Gegend. Am 13. September 1829 fand er zwischen Schwalbach und Schlangenbad unfern des Dorfes Wambach in einer mäßig starken Quelle eine Temperatur von $9^{\circ}{,}_{4}$; unterhalb Schlangenbad zeigte eine andere $9^{\circ}{,}_{8}$, so daß $9^{\circ}{,}_{6}$ als mittlere Temperatur der süßen Quellen dieser Gegend angenommen werden kann; während der etwas Kohlensaüre enthaltende Faulbrunnen unfern der Kaserne in Wiesbaden am 11. September und 5. Oktober übereinstimmend $12^{\circ}{,}_{2}$ Wärme zeigte **). „In der Spalte der Lahn, fährt Hr. von Buch fort, ganz in der Tiefe, erscheinen von der einen Seite die heißen Wasser von Ems, an der andern Seite dieser Sauerwasser aber brechen, am Fuße des Gebirges, die mächtigen heißen Quellen von Wiesbaden hervor. — Zu den heißen Quellen von Karlsbad gehören, auf der Höhe des Gebirgs, die vielen, fast unzähligen Sauerquellen des Marienbades und seiner Umgebungen; — zu den heißen Wassern von Achen die Sauerquellen von Spaa und von Malmedy, Pouhon des Cuves, des Isles, de Geremont, von Hourt bei Vielsalm, von Challe bei Stavelot; — zu den warmen Bädern von Baden und Badenweiler in der Tiefe die hochliegenden Sauerquellen von Riepoldsau, Griesbach und

*) Wille fand die Temperatur der Schwalheimer Quelle mit Hrn. von Buch's Angabe übereinstimmend; Großkarben dagegen nur $11^{\circ}{,}_{2}$, Temperatur der Luft gleichzeitig $21^{\circ}{,}_{2}$.

**) Der Kurbrunnen (Saüerling) zu Sooden am Taunus nach Wille's Beobachtung $23^{\circ}{,}_{75}$, gleichzeitig die Temperatur der Luft 25°.

Antogast; — zu den Quellen von Warmbrunn im Riesengebirge die Sauerwasser von Liebwerda und Flinsberg.

Beispiele auffallend kalter Quellen haben L. von Buch und Erman, der Vater, ebenfalls angeführt, doch scheinen ihre Bedingungen weniger allgemeiner Natur zu sein als die erwärmenden Einflüsse.

In Kalksteingebirgen, bemerkt de la Beche in seiner Anleitung How to observe, strömen die Quellen oft mit großer Gewalt hervor, und manche derselben kann man wol Bäche nennen. Die Ursache hiervon liegt in dem Reichthum an Höhlen in solchen Gegenden und in der Leichtigkeit, womit das Regenwasser in Höhlen, die mit der Oberfläche der Erde zusammenhangen, aufgenommen wird, oft auch in dem höchst zerrissenen Karakter der Schichten solcher Distrikte. In dem großen Landstriche, welcher auf Jamaica aus einem weißen, dichten Kalksteine besteht, zeigt sich dies auf eine bemerkenswerthe Weise. Ungeachtet der heftigen tropischen Regen, welche in dieser Gegend fallen, wird doch alles Wasser derselben sogleich von den unzähligen Löchern und Höhlen aufgenommen, die in einem unterirdischen Zusammenhange stehen, so daß man auf bedeütende Strecken keine eigentlich sogenannte Quelle sieht, während hier und da mitten aus dem Gestein ein kleiner Fluß hervorströmt. Ob man von der Temperatur dieser Gewässer auf die Temperatur der Erde in jenen relativ geringen Tiefen, wohin die klimatischen Veränderungen ihren Einfluß nicht mehr erstrecken, schließen darf, hangt davon ab, ob die Gewässer lange genug zwischen den Gesteinen verweilt haben, um die Temperatur derselben annehmen zu können.

Dem Vorgange A. von Humboldt's, hinsichts der Punkte gleicher Luftwärme, folgend, hat Kupffer die Punkte, an denen die mittlere Bodenwärme gleich ist, durch Linien verbunden und Isogeothermen genannt, die wie die Isothermen mit den Parallelkreisen, aber auch mit jenen nicht parallel sind. Die ihm bekannten Messungen stellte er nach vier Meridianen zusammen, nämlich dem Meridian von 0°, dem von 20° östlich, von 60° östlich und 80° westlich. Kämtz, welcher über eine größere Anzahl von Beobachtungen verfügen konnte, bestimmte die Knoten der Isogeothermen für acht verschiedene Meridiane, wie aus der nachstehenden Tafel hervorgeht: —

Tafel der Isogeothermen der nördlichen Hemisphäre.

Isogeotherme von	Inneres Amerika.	Östliches Amerika.	Westlich. Europa.	Long. 170°.	Long. 30°.	Long. 40°.	Long. 62°.	Long. 70°.
25°	16° 43′	15° 39′	8° 09′	23° 19′	....	....	....	18° 18′
20	27 48	27 09	28 06	32 30	34° 20′	....	....	30 11
15	36 25	35 54	40 37	39 48	43 16	42° 02′	34° 39′	39 39
10	44 17	43 48	52 16	51 50	52 00	50 54	44 51	48 32
5	52 05	51 37	63 31	62 37	61 31	60 22	55 03	57 47
0	60 30	60 00	80 43	76 11	74 02	72 27	66 53	68 53

Kämtz begleitet diese Tafel mit folgenden Erlaüterungen: —

Die Bodenwärme am Äquator ist nicht allenthalben gleich, sie scheint an der Westküste Afrika's ihr Minimum von 25½°, im Innern Afrika's ihr Maximum von 31° zu erreichen, ist in Hindustan bereits bis zu 28°,8 gesunken. In Amerika entfernt sie sich wenig von der mittleren Wärme der Luft, scheint aber im Innern etwas größer zu sein, als an der Ostküste.

Die Isogeotherme von 25° geht durch die Honduras-Bai, senkt sich von hier mehrere Grade südlich von der gleichnamigen Isotherme fortlaufend gegen den Äquator, die Westküste Afrika's in der Nähe von Freetown (Sierre Leone) erreichend, worauf sie sich schnell gegen Norden hebt und Indien zwischen Bombay und Goa erreicht.

Die Isogeotherme von 20° geht durch den Meerbusen von Mexico und Florida, laüft auf demselben Parallelkreise in der Nähe der Canarischen Inseln, hebt sich schnell in Afrika und scheint von hier nahe in derselben Latitudo nach Osten zu laufen, indem sie in ihrem höchsten konvexen Scheitel bei Afrika die Isotherme von 20° fast berührt.

Die Isogeotherme von 15° fällt in Amerika und an der Westküste Europa's fast mit der Isotherme von 15° zusammen, senkt sich am Mittelländischen Meere nach Süden, beide Linien durchschneiden sich am Schwarzen Meere, und die Isogeotherme laüft nun etwas nördlich von der Isotherme nach Osten.

Die Isogeotherme von 10° liegt in Amerika etwas nördlich von der Isotherme von 5°, kommt mit dieser in der Nähe von London zusammen und geht mit schwacher südlicher Senkung nach Osten, im Innern des

alten Welttheils mehrere Grad nördlich von der Isogeotherme von 10° fortgehend.

Die Isogeotherme von 5° fällt, durch Labrador gehend, in Amerika nahe mit der Isotherme von 0° zusammen, hebt sich gegen Europa, in Norwegen nahe mit der Isotherme von 5° zusammentreffend, senkt sich bei weiterer Bewegung nach Osten wenig gegen Süden, die Isotherme von 0° im Innern von Rußland durchschneidend. Weiter östlich scheint sich diese Linie wieder zu heben, da wir in Ochozk, Lat. 59° 20′ N., eine Bodenwärme von 2°,5, weit höher als an der Ostküste Amerika's finden.

Die Isogeotherme von 0° geht durch die Hudsons-Bai, Spitzbergen, und erreicht das nördliche Sibirien.

Neüerlich hat Boussingault nachgewiesen, daß, um unter den Tropen die mittlere Temperatur eines Ortes zu finden, es genüge, wenn eine oder einige wenige Beobachtungen über die Bodenwärme angestellt werden, bei denen man das Thermometer bis auf einen Fuß in den Boden senkt. Die Erfahrungen, welche er über dieses Phänomen bis zu Höhen von 1500′ so gemacht hat, daß er die aus sehr vielen in freier Luft beobachteten Thermometerständen hergeleitete Mittel-Temperatur mit der Boden-Temperatur verglich, haben so überraschende Resultate gegeben, daß man von nun an nur seinem Beispiele folgen darf, um in der heißen Zone die mittlere Temperatur eines Ortes aus einer einzigen Beobachtung zu bestimmen. Die Temperatur-Skale von Boussingault, welche im sechsten Kapitel des zweiten Buches enthalten ist, gründet sich auf derartige Wahrnehmungen. Da die Tiefe, in welcher die unveränderliche Temperaturschicht liegt, von der Größe der thermometrischen Veränderungen abhangig ist, welche innerhalb eines Jahres Statt finden, so begreift es sich leicht, daß dieselbe in der heißen Zone, wo die Wärme so geringe Schwankungen erleidet, ebenfalls gering sein müsse, während sie in den gemäßigten Zonen bei steigender Größe der Änderung des Thermometerstandes ebenfalls steigen wird. So findet Arago nach den Beobachtungen in den Souterrains der Pariser Sternwarte, daß bei einer Tiefe von fünf und zwanzig Fuß unter der Erdoberfläche das Thermometer noch nicht auf seinem Normalstand stehen bleibt; und Muncke findet für die Polhöhe von Heidelberg (Lat. 49° 24′), daß ein Verschwinden der jährlichen Veränderungen vom Maximo im Sommer bis zum Minimo im Winter sich bei einer Tiefe von dreißig Fuß annehmen lasse.

Fragen wir nun, wie sich die Wärme verhalte, je tiefer man in die Erde eindringt, so lehret die Erfahrung, welche man in Bergwerken machte, daß sie mit größerer Tiefe unter der Erdoberfläche wachse. Diese

Erfahrung hat zu mancherlei Wagesätzen Veranlassung gegeben, wobei der eines im Innern der Erde vorausgesetzten Centralfeuers eine Hauptrolle spielt, eine Meinung, welche viele Anhänger gefunden hat, während manche Naturforscher der Ansicht waren, daß die Erde keine andere Wärme habe als die, welche sie von den Sonnenstrahlen empfangt. Diese Ansicht verdankte ihren Erfolg großentheils dem Einflusse des um die Mitte des vorigen Jahrhunderts entstandenen geologischen Systems, welches annahm, daß die ursprüngliche Flüssigkeit der Erdkugel nur durch Vermittelung des Wassers Statt hatte, daß die ganze Masse lagenweise fest geworden, und zwar von dem Mittelpunkte aus nach dem Umfange vermittelst der Wasser-Krystallisation, und daß die vulkanischen Erscheinungen nur als örtliche Zufälligkeiten zu betrachten seien.

Verfolgen wir dieses Feld der Hypothesen, die sich um einen anziehenden Gegenstand bewegen, näher, so finden wir mit Cordier (dem wir hier folgen), daß sich jene Ansicht zu Ende des vorigen Jahrhunderts mit den Fortschritten der Geologie änderte; denn es ergab sich, daß die Anordnung der Materien, welche das älteste Terrain der Erdrinde ausmachen, von der vorausgesetzten Anordnung verschieden sei; es ist nachgewiesen worden, daß die vulkanischen Kräfte aus Urboden entspringen und die Lava in allen Gegenden der Erde, wo Vulkane thätig waren oder es noch sind, von gleicher Beschaffenheit ist, und man hat die Leichtigkeit, womit alle diese ursprünglich flüssigen und glühenden Materien durch bloßes Erkalten krystallisirten, anerkannt. Die ältere, auf den Neptunismus gestützte Ansicht ist auch durch die Erfahrungen erschüttert worden, welche man über die Bewegung der Strahlenwärme und die Hitze gemacht hat, welche sich in den Körpern von Theilchen zu Theilchen fortpflanzt. Das beständige Strahlen der Wärme der Erdoberfläche nach dem Himmelsraum ist außer Zweifel gesetzt, und man hat die Temperaturverhältnisse in kleinen Tiefen in der Absicht untersucht, um zu ermitteln, wo sich im Boden jeder Gegend sowol die Gränze der stündlichen, täglichen, monatlichen und jährlichen Veränderungen der Oberflächen-Temperatur findet, als auch die Linie, wo eine beständige Temperatur beginnt. Man glaubte aus allen diesen Beobachtungen den wichtigen Schluß ziehen zu dürfen, daß von der Linie an, wo die beständige Boden-Temperatur eines Landes beginnt, die Hitze schnell nach der Tiefe zunimmt, und zwar in dem Maaße von 1° für 15 bis 20' Einsenkungen nach dem Mittelpunkt der Erde.

So verschieden nun auch die weitern Folgerungen waren, so kam man doch überein, daß die Erde im Innern eine unvergleichlich höhere

Temperatur habe, als die Oberfläche, und manchen zufolge wäre sogar von einer gewissen Tiefe an wahrscheinlich eine glühende Flüssigkeit von der Urzeit an bis jetzt; man kam auf die Annahme des Centralfeuers zurück, von der man in der Sagengeschichte fast aller Völker schon Spuren findet. Die Beobachtungen über die Temperatur der natürlichen und künstlichen Höhlungen sind sehr zahlreich angestellt worden und erstrecken sich auf Tiefen bis zu 200 und 250'. Diejenigen, welche in den Souterrains der Pariser Sternwarte gemacht worden, begannen vor fast anderthalb Jahrhunderten und sind in neürer Zeit durch Arago auf genauere Normen zurückgeführt; die von Gensanne in den Metallgruben von Giromagny in den Vogesen stammen aus der Mitte des vorigen Jahrhunderts; in der Schweiz hat Saussure in den Salzbergwerken von Bex vor einem halben Jahrhundert beobachtet; in den Freiburger Bergwerken haben Freiesleben, A. v. Humboldt, d'Aubuisson und Trebra diesem Gegenstande ihre ganze Aufmerksamkeit gewidmet. In Großbritannien hat man die Temperatur des Innern der Erde seit 1815 in den Kupfer- und Bleigruben von Cornwales und Devonshire und in den Steinkohlengruben des nördlichen Englands beobachtet; in Peru und Mexico war Humboldt dafür thätig; überhaupt läßt sich die Zahl dieser Beobachtungen in vierzig Bergwerken auf 300 angeben, von denen fast zwei Drittel auf die Luft der Höhlungen, die meisten andern auf das darin befindliche Wasser sich beziehen. Cordier hat diese Zahl durch Beobachtungen in den Steinkohlengruben von Bayeux im Departement Calvados, von Decise im Departement Nievre und in denen von Carmeaux im Departement des Tarn vermehrt.

In einer Grube, die aus mehreren Abtheilungen besteht, keine Filtrationen hat, und die man hermetisch geschlossen hält, wird in jeder Abtheilung die Luft die Temperatur des umgebenden Bodens annehmen. Nimmt die Wärme des Bodens der Tiefe nach zu, so wird die Luft beständig von den untern Abtheilungen nach den obern cirkuliren, und umgekehrt, kraft der Verschiedenheit des specifischen Gewichts, die aus der Ungleichheit der Wärme jeder Schicht hervorgeht. Diese beständige Bewegung wäre um so stärker, je weniger eng, je weniger winklig die unterirdischen Leiter sind; denn sonst würde die Ortsveränderung der Luft langsamer vor sich gehen, besonders an den äußersten Enden jedes Absatzes, und an diesen Enden würde die Temperatur der Luft nicht sehr verschieden von der im umgebenden Gestein sein. Auf jeden Fall wird aber auch alsdann nicht die Temperatur der Luft auf irgend einem Punkte die des unmittelbar in Berührung stehenden Bodens genau vorstellen.

Noch geringer ist die Identität der Temperaturen in gewöhnlichen Gruben, welche der Luft offen stehen, auf welche das filtrirende Wasser, die Erleüchtung, die Arbeiter einwirken. Cordier bemerkt, daß die mittlere Temperatur der Luftmasse, welche im Laufe eines Jahres in eine Grube hineinzieht, geringer ist, als die mittlere Boden-Temperatur in demselben Jahre, und dieser Unterschied für unsere Klimate auf zwei bis drei Grad geschätzt werden könne. Alsdann wird nicht bloß das Einziehen der äußern Luft die Temperatur der Luft in jedem Absatze beständig steigern oder vermindern, sondern auch die eigene Temperatur der ganzen Höhlungen, auf die ungleichste Weise in den verschiedenen Theilen von gleichem Niveau herabsetzen. Den Einfluß, welcher aus der Ausdünstung der Arbeiter und dem Erleüchtungsmaterial entspringt, berechnet Cordier so, daß zweihundert Bergleüte und zweihundert Grubenlichter die Temperatur einer Luftmasse, welche einen Gang von 48000 Toisen Länge, 1 Toise Höhe und ½ Toise Breite ausfüllt, in einer Stunde um 1° erheben, und wenn die äußere Temperatur 20° bis 25° beträgt, so kommt die in einer Stunde einziehende Luft nicht dem 100sten Theil von der in der Grube gleich. Vereinigt man hiermit die Einwirkung des Wassers, so berechnet Cordier die mit der Zunahme der Temperatur um 1° correspondirende Tiefe:

1) Nach vier Beobachtungen in drei sächsischen Gruben $29,_{75}$ bis $17,_{95}'$, Mittel = $23,_{8}'$.

2) Nach drei Beobachtungen zu Poullaouen $95,_{93}$ bis $23,_{08}'$, Mittel = $59,_{5}'$.

3) Nach vier Beobachtungen zu Huelgont $25,_{65}$ bis $10,_{25}'$, Mittel = $17,_{95}'$.

4) Nach einer Beobachtung zu Delcoath $13,_{6}'$.

5) Nach einer Beobachtung zu Guanaxuato $13,_{8}'$.

Die strömenden Wasser leiten zu weniger bestimmten Schlüssen als die Quellen und Filtrationen; gewöhnlich entstehen sie aus der Vereinigung mehrerer Riesel verschiedenen Ursprungs. Je nach den Örtlichkeiten und der Länge des Laufs sind sie mehr oder weniger Abänderungen der Temperatur unterworfen, theils durch Berührung mit dem Boden, theils durch Ausdünstung, theils durch den Einfluß der umgebenden Luft. Cordier hat auch mehrere Fälle mit stehendem Wasser untersucht, und findet die Tiefe, welche 1° Wärme-Zunahme entspricht:

1) Nach sechs Beobachtungen in vier Gruben von Cornwales $9,_{75}$ und $7,_{70}'$, Mittel $8,_{72}'$.

2) Nach drei Beobachtungen in den Gruben von Devonshire 20 und $9_{,75}'$, Mittel $14_{,37}'$.

3) Nach einer Beobachtung zu Bex $13_{,34}'$.

4) Nach zwei Beobachtungen zu Poullaouen $38_{,47}$ bis $26_{,19}'$, Mittel $32^1/_2{}'$.

Cordier hat auch die Temperatur des Wassers bei großen Überschwemmungen der Gruben nicht unberücksichtigt gelassen; neüe Beobachtungen in England, Sachsen und der Bretagne geben:

1) Sieben Beobachtungen in sieben Gruben von Cornwales $21_{,03}$ und $6_{,66}'$; Mittel $13_{,85}'$.

2) Eine Beobachtung in Sachsen $17_{,44}'$.

3) Eine Beobachtung zu Huelgont $22_{,06}'$.

In Verbindung mit noch andern Beobachtungen führen alle diese Resultate fast auf dieselbe Endfolgerung, daß nämlich ein bedeütendes Zunehmen der Temperatur von der Oberfläche der Erde aus nach dem Innern Statt findet. Cordier hält die Beobachtungen in den Souterrains der Pariser Sternwarte für die einzigen, woraus man mit Gewißheit auf den numerischen Ausdruck des Gesetzes dieser Zunahme schließen kann, der nach ihnen auf $14_{,3}'$ Tiefe für 1° angenommen werden muß, wonach, beilaüfig gesagt, die Temperatur des kochenden Wassers nur etwa 1400' unter dem Straßenpflaster der Stadt Paris anzutreffen sein würde. Unter den andern Resultaten giebt nur eine geringe Anzahl numerische Ausdrücke, welche sich dem gesuchten Gesetze hinlänglich nähern, um in Berücksichtigung gezogen zu werden; sie schwanken zwischen $29\,^1/_4$ und $6^2/_3{}'$ für 1° Wärmezunahme, und ihr Mittel deütet im Allgemeinen auf eine schnellere Zunahme, als man bisher zugegeben hat. Ihr Zeügniß hat um so mehr Gewicht, als sie das Produkt von mehreren Reihen fortgesetzter Beobachtungen enthalten. Gruppirt man endlich alle irgend annehmbaren Resultate nach den Gegenden, in welchen die Beobachtungen angestellt wurden, so möchte man die neüe und vielleicht richtige Ansicht gewinnen, daß die Verschiedenheiten zwischen den an gleichem Orte gewonnenen Resultaten nicht bloß auf Unvollkommenheit der Beobachtungen, sondern auch auf einer Unregelmäßigkeit in der Vertheilung der unterirdischen Wärme unter den verschiedenen Ländern beruhte.

Cordier's eigene Beobachtungen bestätigen das Vorhandensein der innern Wärme des Erdkörpers, die nicht vom Einflusse der Sonnenstrahlen abhangt und nach der Tiefe schnell zunimmt. Er schließt aus ihnen, daß diese Zunahme aller Orten nicht demselben Gesetze folge, daß sie vielmehr von einem Lande zum andern doppelt, ja dreifach sein könne, und

diese Verschiedenheiten weder mit der Longitudo noch mit der Latitudo in einem konstanten Verhältniß ständen. Die Zunahme, so schließt er, ist schneller, als man angenommen hatte, und kann in manchen Gegenden bei $7^{3}/_{4}$ oder gar $6^{2}/_{3}{}^{t}$ einen Grad betragen; einstweilen kann aber das Mittel zu nicht weniger als $13{,}_{8}{}^{t}$ angenommen werden. Fourier hatte dafür $15^{t}{,}_{4}$, Laplace $16^{t}{,}_{4}$ und Kämtz $17^{t}{,}_{6}$ gesetzt.

In der neüesten Zeit haben insbesondere Arago und de la Beche die Aufmerksamkeit auf die artesischen Brunnen als eines Mittels gelenkt, die Temperatur des Innern der Erdrinde kennen zu lernen. Man hat nämlich die Erfahrung gemacht, daß die Temperatur des Wassers, welches in diesen Brunnen an die Oberfläche der Erde steigt, im Allgemeinen mit der Tiefe, aus welcher es kommt, zunimmt. Die nachstehende Tafel enthält einige der hierher gehörigen Beobachtungen, wobei unter Temperatur der Oberfläche die Wärme derjenigen ihr nahe liegenden Schicht verstanden ist, in welcher die atmosphärischen Einflüsse gleich Null geworden sind.

Namen und Lage des artesischen Brunnens.	Seine Tiefe.	Temperatur der		Zunahme der Wärme um 1° in einer Tiefe von
		Tiefe	Oberfläche	
St. Ouen in Paris	$33^{t}{,}_{9}$	$12^{0}{,}_{9}$	$10^{0}{,}_{6}$	$14^{t}{,}_{75}$
Abattoir de Grenelle in Paris .	$128{,}_{5}$	$20{,}_{0}$	$10{,}_{6}$	$13{,}_{65}$
Derselbe	$153{,}_{0}$	$22{,}_{2}$	$10{,}_{6}$	$14{,}_{43}$
Ecole militaire in Paris . . .	$88{,}_{8}$	$16{,}_{4}$	$10{,}_{6}$	$15{,}_{40}$
Tours, in Frankreich	$71{,}_{9}$	$17{,}_{5}$	$11{,}_{5}$	$11{,}_{98}$
Marquette, } Departement du Nord u. Pas de Calais in Nordfrankr.	$28{,}_{6}$	$12{,}_{5}$	$10{,}_{3}$	$12{,}_{98}$
Aire, . . } Departement du Nord u. Pas de Calais in Nordfrankr.	$32{,}_{3}$	$13{,}_{3}$	$10{,}_{3}$	$10{,}_{76}$
St. Venant, } Departement du Nord u. Pas de Calais in Nordfrankr.	$51{,}_{3}$	$14{,}_{0}$	$10{,}_{3}$	$13{,}_{87}$
Sheerness, Mündung der Medway i. d. Themse	$56{,}_{4}$	$15{,}_{5}$	$10{,}_{5}$	$11{,}_{30}$
Antonstadt von Dresden . . .	$124{,}_{4}$	$18{,}_{75}$	$10{,}_{0}$ *)	$14{,}_{21}$

*) Im ersten Bande S. 224 ist zwar die mittlere Luft-Temperatur von Dresden = $8^{0}{,}_{1}$ angegeben worden; nach einer neüern Untersuchung, bei der vier und zwanzigjährige Beobachtungen benutzt wurden, finde ich aber $9^{0}{,}_{4}$ (Geschichte der barometrischen Höhenbestimmung von Berlin und Dresden, S. 34). Hiernach wird sich die Bodenwärme der Antonstadt zu etwa $10^{0}{,}_{0}$ annehmen lassen.

Die Resultate dieser Tabelle überraschen durch ihre verhältnißmäßig große Regelmäßigkeit, nicht minder auch dadurch, daß ihr Mittelwerth = 13',₃₃ für 1° Cent. mit dem mittleren Resultate von Cordier sehr nahe übereinstimmt.

Nehmen wir nun an, daß die Wärme in dem von diesem Gelehrten vorlaüfig festgestellten Verhältnisse nach Innen in arithmetischer Progression zunehme, so würde daraus folgen, daß der Schmelzpunkt des Gußeisens, den man bei einem Thermometerstand von 1977° setzt, in einer Tiefe von 27300 Toisen oder etwas über 7 deütschen Meilen unter der Oberfläche der Erde angetroffen würde, und die Temperatur des Mittelpunkts der Erde oder des Erdkerns 240000° betrage! Man ist der Meinung gewesen, daß die Kälte, welche auf den Bergen herrscht, zum Theil wenigstens durch die größere Entfernung von diesem Centralfeüer verursacht werde. Nichts ist irriger als diese Vorstellung; die Wärmezunahme findet sich auch im Innern der höchsten Gebirge. Die Bergwerke von Guanaxuato, in Mexico, haben an ihrer Oberfläche eine mittlere Temperatur, welche auf 16° geschätzt werden kann. Die Bergleüte sind aber in einer Tiefe von 268' schon einer Temperatur von 36°,₈ ausgesetzt, und doch arbeiten sie noch in einer Höhe von 770' über dem Meere. Boussingault fand am Eingang einer der wagerechten Gallerien des metallreichen Berges von Marmato, in Neügranada, der 750' hoch ist, die mittlere Temperatur 20°; so wie er aber siebenzehn Toisen weit darin vorgeschritten war, nahm die Wärme um einen Grad zu.

Vier und zwanzigstes Kapitel.

Allgemeine Betrachtungen und Begriffs-Bestimmungen des Fließenden auf dem Lande. Flüsse, welche als solche unmittelbar aus der Erdrinde hervorbrechen. Fluß- und Stromgebiete. Das System der Wasserscheiden. Ausführliche Untersuchung desselben, um darzulegen, daß die Eintheilung des Festlandes in Stromgebiete für die natürliche Unterscheidung seiner großen Hauptformen von geringer Fruchtbarkeit ist.

Die Ansichten, welche wir bei Betrachtung des Ursprungs der Quellen über die allgemeine Cirkulation des Gewässers auf dem Festlande gewonnen haben, führen uns darauf, daß es gewisse Verbindungswege gebe, auf denen der Wasserreichthum, welchen die aus den Spalten der Erdrinde beständig oder periodisch austretenden Quellen zu Tage fördern, dem Ocean oder den Landseen als Ersatz für den Verlust, den sie durch die Verdunstung erleiden, stets von Neüem wieder zugeführt wird, eine Operation, die das gestörte Gleichgewicht in dieser wunderbaren Veranstaltung des Schöpfers fortwährend wieder herstellt, um die Entwickelung des organischen Lebens auf der Oberfläche möglich zu machen.

Diese Verbindungswege des fließenden Wassers sind es, welche wir Flüsse nennen; doch hat dieser allgemein gebraüchliche Namen auch eine eingeschränktere Bedeütung. Für den verschiedenen Zustand der fließenden Gewässer, je näher oder ferner sie ihren Ursprungsorten liegen, sind mehrere Bezeichnungen üblich. Quellen zunächst für sich allein bilden Bäche, aber bei diesen hat der Sprachgebrauch mehrere Unterscheidungen eingeführt: — In den Hochgebirgen, heißt es bei Müller und Otto, giebt es Rausch- und Waldbäche, welche man gemeiniglich früher hört als sieht; Gieß- und Sturzbäche, Benennungen, die sich von selbst erklären und auf Eigenschaften gründen, die ein fließendes Wasser nicht durchgehends, sondern nur an bestimmten Orten hat. Wildbäche haben, von ihrem Ur-

sprunge an, alles lose Erdreich von den Felsen ihres ganzen Gebietes bereits abgewaschen. Sie fließen nur eine kurze Zeit nach starkem Regen, oder beim Aufthauen des Schnees, und haben dagegen bei trockenem Wetter ein wasserleeres Bette. Bäche, die sich vereinigen, bilden Flüsse im engern Sinne, und denjenigen Fluß, welcher mehrere Flüsse in sein Bette aufnimmt, nennt man den Hauptfluß, alle übrigen aber, die an ihrer Mündung in den Hauptfluß den Namen verlieren, Zu=, Neben= oder Seitenflüsse. In flachen Niederlanden, bemerkt Otto, findet man Lachen. Diese vertreten hier die Stelle der Flüsse, haben keine eigentlichen Ufer und einige sogar keinen sichtbaren Abfluß, sondern das Wasser verdunstet theils, theils schleicht es unterirdisch dem Auge verborgen fort. Nimmt ein Hauptfluß eine ansehnliche Länge und im Verfolg seines Laufes eine ansehnliche Breite an, so nennt man ihn Strom; indeß unter Bergstrom ein Rausch= oder auch Wildbach verstanden wird. Aber dieses sind Bezeichnungen, welche in allen Sprachen oft nach der Lokalität des Landes, worin das Fließende vorkommt, geändert werden, ohne daß man, wie schon Hr. Ritter umfassender bemerkt hat, im Stande wäre, diese Benennungen einer genau abgegränzten Unterscheidung zu unterwerfen.

Die sämmtlichen Quellen, Bäche und Flüsse, deren Wasser in Einem Strome zusammenfließt, vom Ursprunge an bis zu seinem Ausflusse, oder der Bezirk und Flächenraum eines Landes, dessen Wasser der Strom ableitet, und von dem er unterhalten wird, machen das Gebiet desselben aus; eine Definition, welche schon Otto gegeben hat, und einleüchtender Weise auf jeden Fluß, er möge Haupt= oder Nebenfluß sein, auf jeden Bach zurückgeführt werden kann. Ein Stromgebiet, in welchem, nach Ritter's schönem Ausdruck, die feste und flüssige Form nach ihrer wechselseitigen Bedingung als Einheit gedacht wird, macht dasjenige aus, was wir Stromsystem zu nennen pflegen.

Nicht alle Flüsse entstehen aus Quellen; ist es aber der Fall, so sagt man, der Fluß entspringt. Nimmt er seinen Anfang in einem weichen und wiesenartigen Boden, so pflegt man zu sagen, er entspinne sich; und ist sein Anfang in einem See oder einem Sumpfe, so heißt es, er entstehe. Aber es giebt auch Flüsse, — und es ist schon in einem frühern Kapitel darauf hingedeütet worden, — welche gleichsam unmittelbar als solche aus der Erdrinde hervorbrechen. Zu den merkwürdigsten derselben gehört die Sorgue, die in der berühmten Quelle von Vaucluse, in der Provence, entsteht.

Nach Pasumot's Beschreibung ist Vaucluse ein viereckiger Raum von

ungefähr 150 Fuß Länge und 90 Fuß Breite, in der Tiefe von Kalkfelsen, die ganz nackt sind und mauerartig emporstreben. Der Grund dieses Raums ist das Bassin eines klaren, reinen Wassers, welches aus mehreren Quellen auf der rechten sowol als linken Seite der Ufer, so weiß wie Schnee, hervorsprudelt. Eine dieser Quellen auf der linken Seite liefert einen Wasserstrahl, der zum wenigsten einen Fuß im Durchmesser hat. Ein Felsenpfad führt längs der linken Mauer auf den Grund, wo man mehrere Inschriften sieht, welche die Epochen der Wasserhöhe bezeichnen. Hier hat ungefähr in der Mitte auf einer horizontalen Schicht ein Feigenbaum Wurzel geschlagen. In der rechten Ecke bemerkt man einen natürlichen Portikus, der, in Gestalt eines Gewölbes, etwa 12 Fuß breit und 8 bis 10 Fuß hoch ist, und den Eingang einer geraümigen Höhle bildet, die in ihrer trichterförmigen Tiefe unergründlich zu sein scheint. Im Hintergrunde, zur Rechten, sieht man den Eingang eines zweiten See's; dieser gilt für die Hauptquelle; er ist eine Fortsetzung des ersten und sendet seine Wasser in eine Höhlung, in welche kein Tageslicht dringt. So ist der Zustand von Vaucluse bei niedrigem Wasser, zu welcher Zeit das Bassin eine Tiefe von etwa drei Fuß hat. Bei mittlerem Wasserstande erscheinen neüe Quellen, und es springen sogar welche aus dem Boden des Bassins; die unterirdischen See'n erhöhen ihr Niveau und die grüne Böschung des Grundfelsens bedeckt sich mit tausenden von Silberstrahlen. Bei hohem Wasser ist der Portikus eine Urne, welche eine ungeheüre Masse in einer Kaskade ausschüttet; und beim höchsten Wasser steht es weit über dem Damm, über welchem es schaümt, reicht oft bis an die Wurzel des Feigenbaums, d. i. bis zu einer Höhe von 15 bis 20 Fuß über dem niedrigen Wasserstande, und schlägt alsdann Wellen, die sich mit denen eines sehr unruhigen Meeres vergleichen lassen.

Nach diesen Angaben wundert man sich nicht mehr, daß die Sorgue von ihrer Quelle an fahrbar ist. Dieser Fluß entsteht, wie man sieht, aus der Entladung unterirdischer Wasserbehälter, die durch verborgene Kanäle bei niedrigem Wasserstande nur die Quellen versorgen, welche man auf der linken und rechten Seite des Bassins wahrnimmt; zur Zeit der Schneeschmelze aber und bei anhaltendem Regenwetter, oder wenn Gewitter mit einem beträchtlichen Niederschlage verknüpft waren, liefern die See'n durch unterirdische Zuleitungsröhren die tausend Sprudel, welche die grüne Wand versilbern, und entladen einen ganzen Strom, der nach der Wassermenge, die sich empfangen, größer oder kleiner ist.

Diese unterirdischen See'n kommen in Gegenden, wo die Erdrinde aus höhlenreichem Kalkstein besteht, sehr oft vor: so in der berühmten

Grotte von Notre Dame de la Balme, in den Grotten von Arcy-sur-Cure, der Höhle von Castleton, und in m. a., auf die wir in dem folgenden Buche dieser Umrisse zurückkommen werden.

Jedes nur einigermaßen beträchtliche Wasser hat seinen eigenthümlichen Namen, und von zwei oder mehreren Flüssen, Bächen, welche zusammenfließen, erhält sich nur der Name des einen von ihnen, wobei es üblich ist, diesen von dem bedeütenderen Wasser zu wählen, oder von demjenigen, dessen Quellen am entferntesten liegen. Von dieser allgemeinen Regel giebt es indeß auch häufige, wenn gleich für die Sache selbst ganz bedeütungslose Ausnahmen. Schon Müller und Otto bemerken, die Elbe sollte eigentlich Moldau heißen, weil der Ursprung dieses letzteren Flusses am weitesten vom Meere entfernt ist. Dieses ist auch der Fall mit der Havel und der Spree; denn erstere durchlaüft nur eine Länge, welche die Hälfte des Spreelaufs ausmacht, bevor sie sich bei Spandau vereinigen, und dennoch heißt das vereinte Wasser, bevor es sich in den Elbstrom ergießt, die Havel. Wo der Bug und der Narew sich unterhalb Pultusk zu einem der bedeütendsten Nebenflüsse der Weichsel verbinden, herrschen Zweifel, welcher Name beizubehalten sei, und daher findet sich auf den Karten bald der eine, bald der andere dieser beiden Namen. Ein ähnliches Verhältniß waltet bei dem Inn und der Donau ob. Die Donau, sagt Ebel, hat ihren wahren Ursprung in den Hochalpen Graubündens, und sollte eigentlich Inn heißen. Allein dieser herrliche Strom, welcher bis Passau seine hohe Alpenabkunft an der Stirn trägt, verliert, nach seiner Vereinigung mit der schmutzigblauen und unansehnlichen Donau, seinen Namen und seine Schönheit.

Der Gebrauch hat mehreren zusammenfließenden Flüssen bei ihrem vereinten Laufe ganz andere eigenthümliche Namen gegeben, als sie vor der Vereinigung hatten, welches u. a. der Fall bei der Weser ist, die bei Münden aus der Werra und Fulda entsteht; erstere ist bei weitem länger und sollte eigentlich ihren Namen erst im Meere verlieren.

Abweichungen dieser und analoger Art finden sich überall auf der Erde. Der Ucayali hat einen weit längern Lauf und ist wasserreicher als der Marrañon (Maranhao); dennoch behauptet der letztere Name den Vorrang und wechselt mit den Benennungen Solimons und Amazonen-Strom. Der La Plata-Strom entsteht aus der Vereinigung des Uruguay und des Parana, und bei diesem ist es noch zweifelhaft, ob er oder sein Zufluß Paraguay, oder der Pilcomayo den längern Lauf habe. Die große Strombahn von Nordamerika, welche gegen den Meerbusen von Mexico gerichtet ist, heißt Mississippi, weil dieser lange für den Haupt-

strom des Landes galt, bis man entdeckte, daß der Missouri, der ihm von Nordwesten zuströmt, weit länger und wasserreicher ist. Durchströmt ein Fluß mehrere Länder, in denen verschiedene Sprachen herrschen, so erhält er in jedem derselben eine, dem Geist der Sprache entsprechende andere Benennung oder mindestens Umformung des ursprünglichen Namens. So heißt die Etsch, wenn sie den Boden Italiens betreten hat, Adige; der Indus heißt auf dem Plateau von Tübet u. a. Sing he tsie, da, wo er aus dem Gebirgslande hervorbricht, Atock, weiter abwärts Sind und noch anders.

An den Stellen, wo das fließende Gewässer nach entgegengesetzten Richtungen abfließt, liegen die Wasserscheiden, an welche fahrbare Flüsse zuweilen so nahe herantreten, daß man mit verhältnißmäßig geringem Müheaufwand Kähne über die Scheidewand von einem Fluß in den andern tragen kann, weshalb man diese Stellen Trageplätze zu nennen pflegt. Wegen der Aufschlüsse, welche man aus den Wasserscheiden über die Gestaltung der Erdoberfläche zu ziehen vermeinte, bedürfen sie einer näheren Erörterung.

Da die Bewegung des Wassers in den Flüssen durch den Einfluß der Schwere nach den Gesetzen des Falles bewirkt wird, so folgt von selbst, daß die Ursprungsorte der Ströme höher als ihr weiterer Verlauf bis zur Mündung liegen müssen, und daß ihre Oberfläche vom Innern des Landes gegen das Meer hin mehr oder minder geneigt sei. Da dasselbe bei allen Nebenflüssen Statt findet, so erhält dadurch die Oberfläche des ganzen Raumes, aus welchem ein Strom seinen Wasserschatz empfängt, eine gegen seine Hauptrinne abgedachte Lage; und es entsteht dadurch bei uns das Bild eines Beckens, dessen Boden von dem Strome gefurcht, die Seitenwände aber von den Flüssen und Bächen netzförmig bekleidet werden, während die Wasserscheide die Ränder desselben bilden und unmittelbar an die Ränder der benachbarten Flußbecken anstoßen. Deshalb nennt man auch wol den ganzen Umfang eines Stromgebiets das Strombecken und die Hauptrinne desselben den Thalweg.

Diese Gestaltung aller Flußgebiete, welche auf den ersten Blick als nothwendig erscheint, ist als ein willkommener Führer angesehen worden, um daraus Schlüsse über die Formen der Oberfläche des Festlandes ableiten zu können. Von jeher haben die Geographen sich seiner als eines, wie man glaubte, fruchtbringenden Hülfsmittels in Fällen bedient, wo die Beschreibungen und Messungen zur unabhangigen Konstruktion der Vertheilung der Unebenheiten auf der Erdoberfläche nicht ausreichten. Überall, wo die entferntesten Quellen größerer Flüsse herkommen, glaubte

man ein hohes Gebirge annehmen zu müssen, und war das Flußnetz eines Landes entworfen, so umzog man die wellenförmigen Linien, in welchen die Gränzen benachbarter Stromgebiete an einander gränzen, mit den bedeütenderen Gebirgszügen; minder bedeütende Zweige sendete man auf den Wasserscheidungslinien der Nebenflüsse, nach Maaßgabe ihres Wasserreichthums, ab, und glaubte auf diese Weise die Natur zu kopiren, so daß man die Eintheilung der Länder nach ihren Stromgebieten oder Abdachungen ihre natürlichen Gränzen zu nennen pflegte; ein Verfahren, von dessen Richtigkeit man sich sehr lange so entschieden überzeügt hielt, daß man es kaum einer Prüfung, einem Vergleiche mit der Natur selbst zu unterwerfen, für nöthig hielt. Es würde sich auch in der That gegen diese Ansicht nichts einwenden lassen, wenn wir nachweisen könnten, daß überhaupt die Vertheilung der Unebenheiten der Erdoberfläche, nächst ihrer ersten allgemeinen Veranlassung, ein Werk des jetzt auf ihr fliessenden Wassers wäre.

Denken wir uns z. B. die Oberfläche der Erde, so wie sie aus der bildenden Hand des Schöpfers hervorging, von verschiedenartig gerichteten Furchen, vielleicht den Resultaten alter Meeresströme durchzogen, und in einfachsten Verhältnissen zwischen zwei benachbarten Furchen einen abgerundeten Landrücken. Welches wird die Wirkung der fließenden Wasser sein, die, sobald die Oberfläche vom Meere entblößt wird, durch die atmosphärischen Niederschläge darauf verbreitet vorkommen?

Die Quellen, welche an den Abhängen dieses Landrückens austreten, werden auf dem kürzesten Wege des Falls ihren Abfluß in der benachbarten Tiefe nehmen, senkrecht auf die Richtung des Kammes werden sie dabei die Abhänge des Rückens durchfurchen, und ihn in eben so viel Nebenrücken zerschneiden, als sich Nebenarme zu dem Hauptstrome in der Tiefe gebildet haben; aber die Nebenrücken werden von den abfließenden Gewässern völlig ähnlich wie die Hauptrücken zerschnitten werden; und so werden sich auf ähnliche Art Rücken zweiter und dritter Ordnung bilden, und das Fluß-Netz, was die Länder überzieht, wird immer mehr bei fortgesetzter Wirkung dahin streben, die, etwa wegen Ungleichheit der Wirkung an verschiedenen Stellen vorkommenden kleinen Ungleichförmigkeiten der Oberflächen-Gestalt aufzuheben, den Stromgebieten immer mehr die Gestalt regelmäßiger durch die Wasserscheidungslinien getrennter Becken, den Gebirgen immer mehr eine nach den Wassern geordnete symmetrische Vertheilung zu geben; und so würde der Schluß auf die Gestalt des Landes von der Verbreitung seiner fließenden Gewässer vollkommen gegründet erscheinen.

Vergleichen wir nun aber ein von der Oberflächen-Gestalt der Erdrinde nach diesen Grundsätzen entworfenes Bild mit einer unbefangenen Ansicht der Natur, so werden wir bald die Erfahrung machen müssen, daß dieses unser Prinzip nur an wenigen Orten anwendbar sei; an unzähligen Punkten werden wir Verhältnisse der Erdgestalt finden, bei welchen uns der Führer verläßt, dem, ganz besonders während des ersten Viertels unseres Jahrhunderts, viele Geographen und Kartenzeichner leider nur zu unbedachtsam, oft auf Kosten der Wahrheit und Treüe gefolgt sind. Zwar werden wir überall finden, daß da, wo die Wasser gewirkt haben, sie darnach streben, eine Oberflächengestalt zu erzeügen, welche der eben entworfenen sich nähert; allein wir dürfen dabei nicht vergessen, daß der Schauplatz, auf welchen sie wirken konnten, in Beziehung auf die Gestalt und Vertheilung seiner Unebenheiten keineswegs nach den Gesetzen der einfachen Wasserspühlung geordnet war. Gebirge haben sich in verschiedenen Perioden der Erdbildung erhoben, und die Furchen zerstört und unterbrochen, welche vielleicht ältere Meeresströme darauf zurückgelassen haben. Einzelne Theile der Erdrinde sind abwechselnd bald Festland, bald Meeresboden gewesen und ein von der jetzigen Vertheilung der Gewässer ganz unabhangiges Netz von Erhöhungen und Vertiefungen ist dadurch auf ihnen gebildet worden. Es erscheinen also die Ursachen von der gegenwärtigen Oberflächengestalt der Erdrinde als ein sehr verwickeltes Problem, zusammengesetzt aus den Wirkungen der wieder so manchfachen verändernden Einflüsse aller Epochen, denen die gegenwärtige Vertheilung der fließenden Wasser sich nach lokalgünstigen Umständen anschmiegt, um neüe sekundäre Veränderungen zu erzeügen, da sie die Grundzüge der Gestaltung nicht mehr zu bestimmen vermag. Ihre Berücksichtigung kann daher nur zur Auffassung der Erdgestalt in sehr untergeordnetem Sinne dienen, nicht aber als leitendes Prinzip bei der Betrachtung eines Verhältnisses angenommen werden, das ihrem Einflusse nur einen so untergeordneten, wenn gleich immer der Berücksichtigung werthen Theil seiner Eigenthümlichkeit verdankt. Was schon die theoretische Betrachtung als sehr wahrscheinlich darbietet, das zeigt die Erfahrung auch in vielfacher Bestätigung; jeder Tag, an welchem die Wissenschaft sich immer mehr von den Schranken entfernt, die ihr ein so einseitig entworfenes System stellt, bringt uns neüe Beweise für die Unabhängigkeit der Oberflächengestalt des Festlandes von der gegenwärtigen Vertheilung und der gegenwärtigen Wirkung der fließenden Wasser. Was wir in dieser Beziehung als faktisch ansehen dürfen, läßt sich vielleicht auf folgende Hauptpunkte zurückführen.

Sehr häufig haben Gebirge gar keinen, oder doch einen verhältnißmäßig zu ihrer Höhe und Größe sehr unwesentlichen Einfluß auf die Bedeütung und die Lage der Wasserscheiden; oft sind sie selbst nur Scheiden verhältnißmäßig geringfügiger Nebenflüsse; und die Richtung, in der sie die Theilung bewirken, weicht sehr von der Richtung des Laufes ihrer Erhebungen ab. Ein ausgezeichnetes Beispiel davon geben u. a. die Gebirge Norddeutschlands, der Harz, der Thüringer Wald und das Erzgebirge; ganz besonders der erstere, auf den auch schon Ritter die Aufmerksamkeit gelenkt hat. Als das beträchtlichste unter den norddeütschen Gebirgen an Erhebung, und sehr ausgezeichnet durch sein schnelles Ansteigen würden wir an dem Harze eine Wasserscheide erster Ordnung erwarten müssen; an ihm, so würden wir nothwendig voraussetzen, müssen die bedeütenderen Flüsse Norddeütschlands ihre Quellen haben, und von ihm werden Bergrücken ausgehen, welche, mit der Entfernung gegen das Meer hin allmälig verflächend, die Linien der Wassertheilung bezeichnen; allein diese Voraussetzung stimmt sehr wenig mit dem Verhältnisse in der Natur überein. Die beiden ausgezeichnetesten Flüsse des Landes, die Elbe und die Weser, nehmen von hier ihren Ursprung nicht, beide kommen von ferner liegenden Gebirgen herab und fließen in bedeütender Entfernung vom Harze vorüber, nur Nebenflüsse und zwar auch nicht einmal ihre beträchtlichsten von ihm empfangend; denn die Zuflüsse, welche Elbe sowol als Weser vom Harze erhalten, erreichen die beiden Ströme erst durch Verbindung mit andern größeren Nebenflüssen, an welchen sie ihre Namen abgeben. Das Gebirge selbst hat die Form eines breiten Rückens, dessen Erhebungslinie von S.O. nach N.W. gerichtet ist; allein diese Lage der Scheitellinie übt auf die Lage des Hauptwassertheilers keinen Einfluß; sie findet sich rechtwinklig darauf von S.W. nach N.O. quer über den Kamm setzend, und wollten wir diese Abweichungen von der systematischen Ansicht im Einzelnen an ihm durchführen, so würden wir zeigen können, daß hier im Kleinsten das wiederkehrt, was wir in allgemeinen Grundzügen an ihm auffallend bemerkt haben.

Wenn nun auch dieses Gebirge auf die Lage der Quellen der größeren Flüsse Norddeütschlands und auf die Richtung ihrer Wasserscheide keinen Einfluß hat, so würde man vielleicht doch einen Zusammenhang seiner Höhe mit dem, diese Flußgebiete scheidenden, Landrücken erwarten. Allein schon sehr nahe im Norden des Harzes finden wir eine, scharf an dem vorliegenden Hügellande absetzende Ebene, und in dieser sehr bald nicht die mindeste Spur eines Landrückens, der mit dem Gebirge in Zusammenhang sein könnte. Die Ilse und die Bode, als die beiden nächsten

Flüsse des Elbe- und des Wesergebietes, stehen mit einander in offener Verbindung, durch ein weites ununterbrochenes Thal, im natürlichen Zustande bedeckt durch einen stehenden Wasserspiegel, und bald darauf kehrt dieses Verhältniß noch ein Mal wieder mit den, in einer Sumpffläche in einander laufenden Anfängen der Aller und Ohre, zwischen denen jetzt nur eine künstliche, keine natürliche Scheidung besteht. Jedes Durchführen eines Bergrückens würde hier eine verwerfliche Abweichung von der Natur sein. Endlich noch erhebt sich im Norden dieser Unterbrechungen des Wassertheilers der flache Landrücken der Lüneburger Heide, dem Harze parallel als eine vollkommene Wasserscheide, und diese mit dem vollkommenen Karakter des niedrigen Bodens ist für die Vertheilung des Flußnetzes in Nord-Deutschland wenigstens eben so bedeütend, als dessen ansehnlichstes Gebirge.

Der Rücken des Thüringer Waldes scheint auf den ersten Blick allerdings viel entscheidender für Wasserscheidung als der Harz, allein auch er ist für sie kaum eine einflußreichere Erscheinung; der Thüringer Wald hat einen langgezogenen scharfen Kamm, der gleich dem Harze von S.O. nach N.W. streicht; er scheidet Thüringen und Franken, das Gebiet des Mains von dem der norddeütschen Ströme, aber wie? Die Scheidung des Mains und der Weser liegt auf der Südseite des Kammes, dorther entspringt die Werra und nimmt vom Süd- und vom Nordabhang die Zuflüsse her, und zwar ist dieß gerade da der Fall, wo das Gebirge seine ansehnlichste Höhe erreicht. Nur ein Theil von den Abfällen des Gebirgskammes selbst schickt dem Main sein Wasser zu, und im übrigen liegt die Wasserscheide zwischen beiden Hauptströmen völlig außerhalb des Gebirges auf der hohen Fläche südlich von Hildburghausen und Meiningen, wo die fränkische Saale entspringt. Mehr dem erst gewählten Vorbilde entsprechend scheidet schon die Rhön das Gebiet der Fulda und des Mains; allein sie steht völlig isolirt und ohne Verbindung mit dem Thüringer Wald; ja wo die Quellen der Ulster und fränkischen Saale sich begegnen, scheint gar ein offenes Thal zu liegen. Endlich auf der Nordseite des Thüringer Waldes streicht die Scheidung zwischen dem Elbe- und dem Weser-Gebiet (zwischen Saale und Werra) wieder quer auf die Richtung des Gebirgskammes, und hier tritt so wenig ein scheidender Rücken zwischen beiden Flüssen auf, der mit dem Thüringer Walde etwa in Verbindung stände, daß man bei Gotha einen, seinem freien Gefälle überlassenen, Kanal gegraben hat, welcher beide Flußgebiete mit einander verbindet. Dennoch zeichnen auch hier manche unserer Karten noch immer einen Höhenzug, welcher den Thüringer Wald mit dem Harze verknüpfen soll.

Das Erzgebirge endlich, ohnerachtet es das bedeütendste Gebirge ist, mit welchem die Elbe (nächst dem Riesengebirge) in ihrem Laufe in Verbindung tritt, nimmt doch an der Bildung ihrer Hauptquellen keinen Theil; es ist nur ein Nebenrücken für sie, der zwei ihrer Zuflüsse, die Mulde mit der Saale und Eger trennt, und hat für die Scheidung der Gewässer keine größere Bedeütung, als etwa die niedrigen Plateaus in der Mark und Meklenburg, welche die Elbe von der Oder trennen und ihr Havel und Spree zusenden.

Fast alle größeren Bergketten Eüropa's zeigen zum Theil sehr in die Augen springende Beispiele ähnlicher Erscheinungen. Kein Rücken bedeütender Gebirge scheint wol mehr auf den ersten Blick dem Gesetze der Wasserspühlung gemäß gebildet und eine vollkommnere Wasserscheide zu sein, als der Rücken der Karpaten, welcher Galizien von Ungarn, wie ein ununterbrochener Kamm trennt, und die Gewässer so ansehnlicher eüropäischer Ströme, als die Donau und Weichsel, scheidet; betrachten wir ihn indeß genauer, so finden wir hier merkwürdige Ausnahmen von der Regel: die Karpaten erheben sich im Tatra-Gebirge zu einem scharfen schmalen Grath, der 8000 Fuß Höhe erreicht, und hier, sollten wir meinen, müßte die Geschiedenheit der Quellbezirke der Donau und Weichsel schärfer als im übrigen Theile ausgesprochen sein; indeß grade entgegengesetzt liegen die Quellen der Arva, welche sich mit der Waag verbindet und zur Donau geht, auf der Nordseite des Gebirges in Galizien; und der Poprad dagegen, welcher sich mit dem Dunajec vereinigt in die Weichsel ergießt, entspringt in Ungarn auf der südlichen Seite des Tatra-Gebirgs und umgeht es auf der Ostseite, um nach Norden auszutreten; seine Wasserscheide von den Quellen des nächsten zur Donau strömenden Flusses, des Hernad liegt gar nicht im Gebirge, sondern daneben auf einer Bergfläche von kaum 2000 Fuß Höhe, zwischen Teplicz und Ganocz, wohin die Karten, von dem System der Wasserscheiden irre geleitet, nur zu oft das hohe Gebirge versetzt haben.

Noch merkwürdiger aber zeigt sich diese Abweichung im Laufe der Gebirge und der Wasserscheiden an der nördlichen Seite der Alpen. — Es giebt wol kein natürlicheres und auch kein großartigeres Thal in Eüropa, als dasjenige, welches sich zwischen den Alpen und der Jura-Kette ausdehnt; zwei nahe parallel laufende Gebirgszüge begränzen es auf der Südseite mit 6 bis 8000 Fuß, auf der Nordseite mit 3 bis 5000 Fuß hohen Wänden und Unebenheiten in seinem Innern; die Berge der sogenannten flachen Schweiz und von Südbaiern erscheinen darin nur wie Hügel auf dem Boden eines weitlaüfigen Seebeckens, das einst diese

Tiefe, nach der Beschaffenheit ihres Grundes zu urtheilen, gewesen sein muß, und zum Theile noch ist (Bodensee, Genfer See, Neufchateller, Züricher See, die baierischen See'n), und kein Gebirgszug verbindet beide, auch ihrer geognostischen Konstitution nach völlig unabhangigen Ketten. Hier ist eine tiefe ursprüngliche Furche, und wir dürfen wol erwarten, die Wasser beider entgegengesetzter Abhänge dem Boden derselben und in der Mitte einem Strom zufließen zu sehen, der sie nach der weiten gegen Osten liegenden Oeffnung des Thales abführt. So ist es auch im östlichen Theile desselben der Fall; hier ist die Donau der Strom dieses Längenthales, und fließt sie auch nicht in der Mitte desselben, so entspricht sie doch im Allgemeinen unserem Bilde, wenn auch ihr Anfang erst nordwärts des Bodensees liegt; dort tritt weiter westlich der Rhein in dieses Thal, und indem er es quer durchlauft, verläßt er es in der Richtung von Schaffhausen auf Basel und tritt dann zwischen andere Bergsysteme. Würden wir nun nicht, um die Becken der Ströme nach den Gesetzen der Wasserspühlung zu sondern, einen Gebirgszweig von den Alpen zwischen dem Bodensee und der Donauquelle zum Schwarzwalde hinüberführen müssen, wie so viele Karten es thun? Und doch giebt es hier kein Gebirge, — nach einer durch Messungen unterstützten Darstellung ist hier das Land verhältnißmäßig eben und flach (Schuttland), und der Wassertheiler zwischen beiden Flüssen erhebt sich sehr sanft im Feder-See zu kaum 300 Fuß. Noch ein Mal wiederholt sich dieselbe Erscheinung weiter südwestlich; dort tritt der Rhone in dieses Thal, geht quer hindurch und unterhalb Genf hinaus in's südliche Frankreich; auch dieser Strom wird durch keine im Verhältniß zu den Alpen und dem Jura nennenswerthe Bergkette von den Zuflüssen des Rheines geschieden; wie so ganz anders als in der Natur würde hier also nicht die Verbreitung der Gebirge ausfallen, wollten wir sie, wie es so oft geschehen ist, nach der Umgränzung der Stromgebiete auftragen. Bei einer specielleren Vergleichung des Laufes der Wasserscheiden im Innern der Alpen würde es sich sehr leicht ergeben, daß die Linie der Verbreitung der hohen Gebirgskämme durchaus nicht in der Richtung mit ihnen übereinstimmt; so ist es auch in den Piräneen, auf denen die Gränzlinie zwischen Spanien und Frankreich seit dem Traktate von 1660 der Wasserscheidungslinie folgt, die aber nicht immer die Linie der höchsten Gebirgsspitzen ist, in der z. B. die Maladetta, der Pik de la Posets, der Eau und der Pin, so wie der Mont-Perdu auf der Südseite der Wasserscheide liegen. Ähnliche Beispiele lassen sich aus allen Gebirgsländern der alten wie der neüen Welt anführen.

Die Erfahrung lehrt, daß es große Strecken auf der Erdoberfläche giebt, wo die Wasserscheiden der bedeütendsten Ströme ohne alle Gebirge Statt finden; so im östlichen Europa, in dem daran gränzenden nördlichen Asien, in Nord- und in Süd-Amerika. In Europa namentlich giebt es auf dem Körper seines Festlandes, abgesehen von den vielarmig von ihm durch Einbrüche des Meeres gesonderten Gliedern, zwei Hauptwasserscheiden, an welchen die Anfänge seiner beträchtlichsten Ströme sehr nahe an einander gränzen. Die eine liegt in den Alpen, von denen aus einem noch nicht zwei Längengrade breiten Distrikt die Quellen des Rheins und des Rhone, des Inn (als des Hauptflusses der Donau), der Etsch, und die der wasserreicheren Zuflüsse des Po, herabströmen. Als ihren Mittelpunkt oder Haupt-Gebirgsknoten pflegte man gewöhnlich den St. Gotthardt anzusehen und lange galt dieser Berg deshalb für den höchsten in Europa, während wir jetzt von ihm wissen, daß er in der Centralkette der Alpen einen der minder bedeütenden Gipfel bildet. Indeß ist hier doch allerdings ein sehr ansehnliches Gebirge, und in soweit könnten wir wol die Ansicht von dem Zusammentreffen der Höhen und der Wasserscheiden als gerechtfertigt ansehen, wenn auch nicht die minder bedeütenden Einzelnheiten in der Vertheilung der Höhen mit ihr übereinstimmen. Anders dagegen ist es mit der andern Hauptwasserscheide Europa's; diese liegt im Innern von Rußland und trennt die Ströme, welche sich in das Eismeer ergießen, von denen, die in der Ostsee, dem Schwarzen Meer und dem Kaspischen See den Endpunkt ihrer Fallthätigkeit erreichen. Hier ist die nach allen Seiten abfließende Wassermenge, welche allen vier Weltgegenden zugeführt wird, entschieden bedeütender als dort; hier entspringen die Wolga, als der bei weitem größte Strom von Europa, der Dnieper, der Niemen, die Düna, die Dwina und zwei der ansehnlichsten Zuflüsse der Weichsel, der Bug und der Narew; hier würden wir daher das zweite Hauptgebirge Europa's erwarten müssen.

Die Verwechselung der Begriffe von Gebirg und Wasserscheide hat in der That hier auch ein Gebirge mißkennen lassen: — Hiermit, sagt Schultz (1800), nachdem er den Serpentinen-Lauf durch ganz Westeuropa gemacht hat, hiermit sind wir auf denjenigen Punkt gelangt, von welchem die Gebirgs- oder Höhenzüge des östlichen Europa ausgehen, nämlich zu dem Wolchonski Lies *). Güldenstedts Berechnung der Höhe aus dem

*) Noch in einem Buche, welches 1834 gedruckt worden ist, kommt die Stelle vor: „Der europäische Hauptrücken hat zwei Gebirgsstöcke, in der Schweiz: St. Gotthard; und in Rußland: die Wolgahöhe."

Gefälle der Wolga, wonach die Quelle dieses Stromes etwa 600 Fuß über dem Kaspi-See liegen würde, verwirft Schultz, um seinem eingebildeten Gebirge die ansehnliche Höhe von 3000 Fuß beizulegen; allein Pansner und A. von Humboldt haben gezeigt, daß die Schwelle oder der Kulminationspunkt zwischen dem Schwarzen Meere und dem Finnischen Golf kaum 170' Höhe über dem Ocean erreicht. Im Waldaischen Flözgebirge, sagt Georgi, sind Berge und Thäler sanft und erstere selten über 50' hoch; die Thäler sind zum größten Theil naß und werden von mehreren Sümpfen und See'n, deren einige des Sommers austrocknen, eingenommen. Für die Gestalt der Oberfläche spielt dies kleine Plateau von Waldai also eine unbedeütende Rolle, und die Spaltung in wasserreiche Thäler begünstigte die Durchbrechung des Plateau vermittelst eines schiffbaren Kanals, welcher schon unter der Regierung Peters des Großen, zur Verbindung der an der Mündung der Newa geschaffenen Hauptstadt mit den innern und südlichen Provinzen seines kolossalen Reiches, angelegt wurde. Ja eine genauere Ansicht lehrt uns sogar, daß dieses kleine Plateau ganz außerhalb der eigentlichen Wasserscheidungs-Linie sich befinde, die ihm in S.W. liegt, nach welcher Richtung sie in ein ungeheüres Sumpfland laüft, das nahe an 1500 deütsche Quadratmeilen groß ist.

In diesen centralen Theilen von Alt-Polen liegt Belin bei Pinsk nur 408 Fuß über dem Meere, und das Plateau von Osmana 882 Fuß. In Wolhynien zieht die Wasserscheide über das Plateau von Awratyne, wo der Bug entsteht. Jenes weitlaüfige Sumpfland ist hauptsächlich durch den Lauf des Przypiec bezeichnet, eines Zuflusses des Dnieper. Hier haben die Flüsse so wenig Gefälle und sind so wasserreich, daß man sie fast bis zu ihren Ursprungsorten beschiffen kann, und es keine Schwierigkeiten hatte, die Wasserscheide mit Kanälen zu durchschneiden, welche entgegengesetzte Meere mit einander verbinden. Überhaupt ist dieser Theil von Eüropa ein Land der innern Wasserstraßen, deren große Wichtigkeit ganz erkannt werden wird, wenn einst die Kultur und der Gewerbfleiß jener Landschaften eine höhere Stufe der Ausbildung erlangt haben. Weiter südlich zeigt sich die Richtigkeit des Systems der Wasserscheiden noch ein Mal in ihrer ganzen Klarheit; dort, bei Zaruizin, im Gouvernement Saratow, treten die Wolga und der Don in ihrem Unterlaufe bis auf acht oder neün deütsche Meilen zusammen; die Scheidung zwischen beiden Strömen ist an dieser Stelle so gering, daß sie sich nach Parrots und Adlercrons Barometer-Nivellement nur 75 Fuß über das Niveau des Don erhebt.

Merkwürdig ist auch noch, was in dieser Rücksicht L. von Buch von

einer der minder bedeütenden Wasserscheiden Europa's, von der zwischen dem Eismeer und dem bothnischen Meerbusen in Lappland, berichtet; er fand, daß, während beide Meere von einander weiter südlich beständig durch den mächtigen Gebirgsrücken getrennt sind, welcher Norwegen von Schweden trennt, hier dagegen zwischen dem Nordkap und Torneå nur eine breite Fläche liegt, die sich zu 1295 Fuß über das Meer erhebt, und auf welcher Gruppen von 400 bis 500 Fuß Höhe zerstreut liegen, welche der Gegend im Verhältniß zu den skandinavischen Alpen das Ansehen eines Gebirgslandes zu geben nicht im Stande sind.

Ganz Nordasien ist voll von unbedeütenden Wasserscheiden *), welche seine mächtigen, auf den meisten unserer Karten durch Bergrücken getrennten Ströme von einander sondern. Haben diese das Hochland verlassen, so treten sie in das ungeheüre sibirische Flachland ein, wo auf dem größten Theile ihres Laufes keine erhebliche Scheidung mehr ist. Man schifft aus der Gegend von Nertschinsk, nur durch wenige Trageplätze **) unterbrochen, über einen Flächenraum von mehr als 80 Parallelgraden nach Petersburg.

Höchst ausgezeichnet ist das System der flachen Wasserscheiden und der Trageplätze in Nordamerika, unter Parallelen freilich, welche jetzt und wegen der Beügung der Isothermen wol für immer außerhalb des Bereichs der Kulturfähigkeit liegen; dort hangen die Anfänge aller Flüsse, welche an den Westküsten der Hudsonsbai münden, und der bis jetzt bekannten, in das nördliche Eismeer sich ergießenden Ströme und Flüsse mehr oder minder vollkommen zusammen; ja die Schwierigkeiten der spärlichen Kommunikation, welche in jenen öden Landschaften gegenwärtig der Pelzhandel erzeügt, würden ohne diese wohlthätige Einrichtung des Schöpfers wahrscheinlich unübersteiglich sein. Hier tritt überdem der merkwürdige Fall ein, daß die Scheiden der Stromgebiete gleichsam durch große Landsee'n gebildet werden, deren bedeütendste der Winipeg, der Athabasca, der Sklavensee rc. sind; und darf man neüern Darstellungen Glauben beimessen, so findet auch zwischen diesen Seen und dem Großen Ocean im Westen quer durch das mächtige Felsengebirge eine offene Verbindung Statt, namentlich zwischen dem Athabasca-Fluß und dem

*) Die Russen nennen sie Uwalli, von dem Eigenschaftswort uwalistüi, welches „uneben, voll kleiner Hügel" bedeütet.

**) Wolok im Russischen, ein Substantiv, welches nach Heim „ein zwischen zwei schiffbaren Flüssen gelegener Strich Landes ist;" es kommt offenbar von dem Zeitwort Woloku „schleppen, ziehen" her.

Columbia-Strome; ein Fall, den wir im Kleinen in dem norddeutschen Flachlande wiederholt finden; zwischen Elbe und Weser, deütlicher noch zwischen der Elbe oder der Havel und der Ostsee durch den Müritz-See, den Schweriner See u. s. w. Wenn derartige offene Kommunikationen zwischen benachbarten Stromgebieten auch nicht bestimmt ausgesprochen und beständig sind, so treten sie dennoch periodisch zur Zeit anhaltender Regengüsse ein, um, nachdem sich der Niederschlag verlaufen hat, wieder zu verschwinden; eines der ausgezeichnetsten Beispiele dieser Art bietet das Verhalten zweier der größesten Stromgebiete der Erde, das des St. Lorenz und des Mississippi dar; ersterer entsteht aus der Kette der großen See'n von Canada; der letztere aber entspringt mit vielen seiner Hauptquellen an dem südlichen Rande derselben See'nkette; und dorthin versetzte daher auch schon Buache, von seinem Systeme abweichend, den Hauptgebirgsknoten Nord-Amerika's, in Gegenden, die sich kaum **300** bis **400** Fuß über den Ocean erheben; allein A. von Humboldt hat nach Drake darauf merksam gemacht, daß einer der Hauptflüsse des Missisipi, der Illinois, einem der canadischen See'n (dem Michigan) so nahe und so wenig durch eine Erhebung des Bodens von ihm geschieden entspringt, daß man bei hohem Wasserstande auf Böten aus einem in den andern überschiffen kann. A. v. Humboldt weist nach, daß ein ähnliches Verhältniß in Südamerika vorkomme, im Innern der Provinz Choco, wo der Rio Atrato in das Caribische Meer, der Rio San Juan aber in den Großen Ocean sich ergießt; den Tragplatz, welcher beide Flüsse scheidet, ließ ein eifriger Mönch, Pfarrer des Dorfes Norita, durchgraben, und so entstand seit dem Jahre 1788 ein Kanal zwischen beiden Oceanen, der indeß nur zur Regenzeit schiffbar ist; diese merkwürdige Stelle heißt Quebrada (Schlucht) de la Raspadura. Wenn wir das Innere von Afrika erst genauer kennen werden, so ist es nicht unwahrscheinlich, daß sich die Vermuthung: der große Sudan-Strom stehe periodisch zur nassen Jahreszeit mit dem weißen Nil (Bahr el Abiad) in Verbindung, so wie die Ansicht bestätigen werde, daß hierin eine der Ursachen der Nil-Überschwemmungen zu suchen sei. Ähnliche Beispiele von dem periodischen Zusammenhange des Fließenden kommen besonders in der Nähe der Mündungen der Ströme, wo zuletzt der geringe Fall derselben auch die Wirkungen der Spühlung minder scharf und karakteristisch hervortreten läßt.

Um indeß das Verhältniß der Theilung der Stromgebiete zu der Vertheilung der Unebenheiten auf der Erdoberfläche vollständig aufzufassen, ist es nöthig, noch an zwei andere, mehr oder minder häufig vor-

kommende, Erscheinungen zu erinnern, deren Beachtung, gleich der der vorerwähnten Thatsachen, zu oft vernachlässigt worden ist.

Zuerst ist zu bemerken, daß, wenn auch schon der Lauf und die Ausbreitung der Unebenheiten von dem Gange der Wasserscheiden und von der Stufe ihrer Bedeütung unabhangig sind, die Flüsse sich in ihrem Laufe so wenig nach ihnen richten, daß sie die Gebirge, oft in der Gegend ihrer größesten Erhebung, quer durchschneiden. Dieser Fall kommt fast bei allen größeren Strömen der Erde und bei einigen sogar mehrmals nach einander vor; ja es giebt keine Gebirgskette, welche nicht irgendwo einmal entweder auf ihrer Hauptstreichungslinie selbst oder doch in einem ihrer Nebenzüge quer durchbrochen würde. Abgesehen von den alten Durchbrüchen, die wir in den Pässen der Hochgebirge wahrnehmen, und in denen zum Theil wahrscheinlich einst nur Meeresströme geflossen sind, treten z. B. fast alle, ja wol gradezu alle Ströme, welche die Alpen verlassen, aus Querrissen hervor, die man in vielen Gegenden mit dem Namen der Pforten belegt. So durchbricht u. a. der Rhone, wo er die Alpen verläßt, eine ihrer höchsten Gebirgsketten, bevor er in die Ebene des Genfer-Sees sich ausbreitet; zwischen dem Dent de Midi und dem Dent de Morcles, die sich bis zu 8000 Fuß über das Fluß-Niveau erheben, bahnt er sich seinen Weg in einer engen Schlucht, von Martinach nach St. Maurice durch die Pforte des Wallis; so thut es auf dem entgegengesetzten Abhange die Etsch bei Chiusa unterhalb Roveredo; so tritt der Inn aus einer engen Schlucht zwischen Kufstein und Rosenheim; die Salzach und die Saale durchbrechen oberhalb Salzburg in den Engpässen von Golling und Lofer die Kette der Vor-Alpen, die zwischen ihnen mit dem Scheitel des Watzmann bis zu 8000 Fuß ansteigen. Deütschland ist reich an Fällen von dieser, für die Hydrographie der Länder so überaus wichtigen Erscheinung: — Das Erzgebirge wird auf seiner Streichungslinie, wo es durch die oberlausitzischen Gebirge mit dem Riesengebirge zusammenhängt, von Lobositz her bis in die Gegend von Pirna, von der Elbe quer durchbrochen und dadurch der Haupttheil jener schönen felsenreichen Gebirgs-Landschaft gebildet, welche wir gewöhnlich die sächsische Schweiz nennen. Die Weser durchbricht, bevor sie bei Minden in das große Blachfeld tritt, die letzte, scharfkantige Bergstufe von 600 bis 800 Fuß Höhe in der westfälischen Pforte; und die Ems durchbricht bei Rheine, freilich in einem viel kleineren Maßstabe, den vorletzten der isolirten Vorposten der westfälischen Parallelketten. Aber kein deütscher Strom zeigt das Phänomen der Durchbrüche ausgezeichneter und öfter wiederholt, als der Rhein. Schon wo er die Alpen verläßt, durchschneidet er sie durch einen der eng-

sten und tiefsten Risse, die in ihnen vorkommen, das Schamser=Thal, vom Splügen herab und seine Fortsetzung bis in die Gegend von Hohenembs; dann setzt er quer durch das weite Thal zwischen Alpen und Jura und breitet sich hier in dem Becken des Bodensees aus, dann aber durchbricht er auf's Neüe die gegenüberliegende Mauer des Jura, und die Durchrisse der bedeütendsten Ketten bezeichnen die Stürze von Schaffhausen und Laufenburg; bei Basel endlich hat er diesen Gebirgswall hinter sich, und nun wendet er seinen Lauf in einem weiten Thale zwischen zwei parallelen Gebirgs=Rücken, dem Schwarzwald und Odenwald auf der einen, und den Vogesen auf der andern Seite. Plötzlich aber wird diese breite Thalfläche bei Bingen unterhalb Mainz durch einen mächtigen Gebirgs=Riegel verschlossen; das niederrheinische Schiefergebirge steht fast rechtwinklig auf der Richtung seines Laufes mit dem Taunus und dem Hundsrück wie ein steiler Wall von nahe an 2000 Fuß Erhebung; doch ändert auch dieses Hinderniß die ursprüngliche Richtung seines Laufes nicht, der mächtige Strom tritt bei Bingen zuerst in eine enge Felsenpforte, und bis auf ihre Sohle zerrissen begleiten ihn fortan auf beiden Seiten die Ränder des Gebirgskörpers, den er durchbrochen hat; so hält die gleiche Erscheinung wol zwölf d. Meilen lang an, bis fast in die Nähe von Bonn; dort erniedrigen sich allmälig die Berghänge, oder die Berge weichen zurück, und der Strom tritt nun frei in die Ebene hinaus, welche weiterhin großentheils wahrscheinlich nur aus den Trümmerhaufen aufgeschüttet ist, die sein Strom aus den Gebirgen herabgeführt hat. Nirgends in unserer unmittelbaren Nähe kommt eine der ältern Ansicht so entgegengesetzte Vertheilung der Wasserscheiden und der Unebenheiten des Landes vor, als hier; nicht allein, daß der Hauptfluß sich durch quer vorliegende Gebirge Bahn bricht, auch einige seiner zahlreichen Nebenflüsse kehren sich an keinen Bergwall, sondern durchfurchen denselben; so u. a. der Neckar den Odenwald, die Mosel das rheinische Schiefergebirge; wie würde hier doch der Lauf des Gebirges so gerade der entgegengesetzte von dem sein, den wir in der Natur beobachten, wollten wir ihn hier nach der Vertheilung des Flußnetzes auf der Karte eintragen, — wie es leider nur zu oft geschehen ist, und noch zu geschehen pflegt.

Die Altmühl, welche auf einem verhältnißmäßig niedern Plateau entspringt, durchschneidet den höhern Franken=Jura auf einem bedeütenden Strich seiner Längenerstreckung in einem tiefen Spalt. Die Saale, von den Höhen des Fichtelgebirges herabstürzend, durchbricht den Frankenwald und das Voigtländische Terrassenland in einer, auf diesem Bergwall senkrecht stehenden Richtung.

So läßt sich ein ähnliches Verhältniß von der Donau und andern großen Strömen und Flüssen Europa's nachweisen. Ja selbst das gewaltigste Riesengebirge der Erde, der Himalaya, macht von diesem Phänomen der Strom-Durchbrüche keine Ausnahme. Der Himalaya wird seiner ganzen Masse nach vom Indus, dem Sutludj, dem Brahmaputra und mehreren anderen Flüssen, und in einzelnen seiner Seitenzweige vom Ganges, der Djumna rc. rc. quer durchschnitten. Eben so ist es mit dem Amazonen-Strom und den Andes; und mit zwei Quellflüssen des Rio Beni, die auf der Westseite der Bolivianischen Andes entspringen, dann aber nach Osten sich wenden, um die Riesenkette in Thälern zu durchbrechen, die so tief wie diese wol nicht wieder auf der Erde angetroffen werden.

Endlich scheint es der Beachtung nicht unwürdig zu sein, daß auch in den Flachländern, wo die Unebenheiten des Bodens nicht mehr so deütlich wahrnehmbar hervortreten, die Flüsse derartige Durchbrüche durch die höchsten Theile der Landrücken haben; so in Rußland, wo sämmtliche Flüsse, die dem Schwarzen Meere zueilen, bevor sie das Ende ihrer Fallthätigkeit erreichen, die Dammplatte des Don'schen Steppenlandes, der Ukraine und Podoliens durchschneiden müssen; so im nördlichen Deütschland die Oder unterhalb Frankfurt rc., die Elbe in der Gegend von Hitzäcker, die Spree bei Spremberg u. s. w. Es zeigt uns diese Wahrnehmung, daß offenbar überall dieselben Ursachen gewirkt haben, um in Beziehung auf dieses Verhältniß dieselben Erfolge zu bewirken.

Wir bemerken aber auch zweitens, daß mehrere unabhangige Flüsse in einem und demselben Haupt-Thale oft nach verschiedenen Richtungen fließen und daß selbst sogar ein Zweig des einen sich in den andern ergießt, so daß alsdann gar keine Art von Geschiedenheit der Stromgebiete mehr Statt findet.

Dieser Fall, gewiß der merkwürdigste von Allen, die für die Unabhangigkeit der Gebirgsvertheilung von den Wirkungen der strömenden Gewässer sprechen, ist bis jetzt freilich nur sehr selten bekannt, doch kennen wir davon einige sehr ausgezeichnete Beispiele, und ihre Zahl wird sich mehren, sobald die Aufmerksamkeit auf die Unzulänglichkeit der alten Ansicht von der Vertheilung der Wasserscheiden zunehmen wird. Vor Allem hat A. von Humboldt dieser Erscheinung, welche er die Gabeltheilung (bifurcation) der Flüsse nennt, seine Aufmerksamkeit gewidmet und die Ursachen aufgesucht, von welchen sie herrühren mag. Aus seiner klassischen Darstellung geht das wichtige Ergebniß hervor, daß namentlich da, wo der Boden nur einen sehr geringen Wechsel von Erhebungen

und Vertiefungen hat, sehr leicht der Fall vorkommen kann, daß die Hauptrinne oder der Thalweg eines Stromgebietes nicht in der Mitte seines Beckens liegt; sind die Zuflüsse einer Seite vermöge der ursprünglich von andern Ursachen herrührenden Abdachung des Bodens sehr lang, auf der andern Seite aber sehr kurz, so kann der Hauptstrom sehr nahe an der Wasserscheidungslinie selbst fortfließen, und findet in dieser irgendwo nur eine unbedeütende Vertiefung Statt, so kann, besonders wenn dieser Strom sehr breit ist, wo dann der Boden seines Bettes aus mehrfachen, oft parallelen, ungleich tiefen Furchen besteht, eine Gabeltheilung sehr leicht eintreten; ein Theil seiner Wassermasse verläßt sein Thal, und indem er in ein benachbartes fällt, kann er nicht wieder zurückkehen; die Erscheinung kann sich nur ändern, wenn die Rinne des obern Stromes sich durch das fortwährende Fließen so austieft, daß seine Oberfläche unter der Vertiefung der Wasserscheidungslinie herabsinkt, dann verstopft sich der verbindende Arm, es wird aus ihm ein geschiedener Zufluß nach entgegengesetzten Seiten, und die Trennung der Stromgebiete ist vollkommen hergestellt. Die Erscheinung des Gabelns kann daher dort vorzugsweise vorkommen, wo bei großer Wassermasse die Ströme ihr Bette noch nicht hinreichend ausgearbeitet haben, und wo sie in den Ebenen umherirren, wie Hr. von Humboldt sehr schön bemerkt, ähnlich den kleinen nach allen Richtungen sich verzweigenden Wasserfurchen, die sich auf unsern Wiesen schlängeln. Unter allen Theilen des Festlandes ist aber vorzugsweise Amerika in diesem Falle; es hat unter allen Kontinenten die einförmigsten und größesten Ebenen und die wasserreichsten Ströme, und diese haben sich noch weniger von einander gesondert, als jene der alten Welt, ein Umstand, welchen Einige dem jüngern Ursprunge dieses Erdtheils, Humboldt dagegen, der diese Ansicht verwirft, dem Umstande zuschreibt, daß große Wassermassen sich nothwendig schwerer sondern, wenn sie in Ebenen umherirren, als kleine.

Das großartigste Beispiel von Gabeltheilungen werden wir also hier erwarten müssen, und so ist es denn auch in der That; zwei der größten Stromgebiete der Erde, der Orinoco und der Amazonenstrom, sind mit einander durch einen Zwischenarm verbunden, der die Bedeütung der Wasserscheidungslinien aufhebt; doch zeigen sich hier für die Kenntniß der hydrographischen Verhältnisse jenes Landes überhaupt so interessante Phänomene, daß es wünschenswerth erscheinen wird, dabei etwas länger zu verweilen.

Der östliche Theil von Süd-Amerika ist, abgesehen von dem Auftreten der Andeskette, die den westlichen Rand bildet, und abgesehen von den Verzweigungen seiner Ebenen, von drei parallelen Gebirgsreihen

durchzogen, deren Haupt-Längen-Erstreckung von W. nach O. geht. Die nördlichste derselben, welche Hr. von Humboldt die Küstenkette von Venezuela genannt hat, liegt zwischen den Parallelen von Lat. 10° und 11° N., ist mehr als doppelt so lang als die Piräneen, und erhebt sich in einigen Gipfeln bis zu 8000 Fuß und darüber (Silla de Caracas 1350'). Die ihr zunächst im S. befindliche, welche Humboldt das Gebirge von Parime nennt, liegt zwischen den Parallelen von Lat. 3° und 8° N. und den Meridianen von 61° und 70½° W. Paris, und besteht, wie es scheint, aus einer Menge von Parallelketten, deren höchster bis jetzt gemessener Gipfel der Höhe der vorigen Gebirgsreihe wenig nachsteht (Pik von Duida 1300'). Endlich die südlichste von allen, die Gebirgsgruppe von Brasilien, beginnt nach Humboldt im Norden mit dem Parallel von Lat. 18° S. und erstreckt sich mit manchfachen Verzweigungen, die nicht von W. nach O. gehen, bis zu Lat. 28° S., während ihre größeste Höhe bis zu 5400 Fuß aufsteigt (Itacolumi 900'). Es muß also diesen allgemeinen Grundzügen gemäß drei große natürliche Haupt-Furchen (Thäler) in diesem Theile von Amerika geben, die sich gegen O. ins Meer öffnen, und jedem dieser Thäler muß ein Hauptstrom entsprechen, der von beiden Abhängen seine Zuflüsse erhält. So ist es denn auch im Großen in den Thälern vollkommen der Fall. Im nördlichsten dieser Becken finden wir, nahe den Bergen (3 bis 4 Lieues entfernt) fortfließend, den Orinoco, von Cabruto bis zu seiner Mündung bei St. Thomas, wo sein Deltaland einen fruchtbaren Theil von Guiana bildet; im mittleren Becken breitet sich am meisten symmetrisch von Allen das Riesengebiet des Amazonen-Stromes aus, der auf den Cordilleren entspringt und bei Macapa ins Meer fällt; und im südlichsten Becken endlich liegen die Zuflüsse des Rio de la Plata. — Ohne uns nun auf die Einzelnheiten der Verhältnisse dieser Ströme einzulassen, wird es nur wichtig sein, den merkwürdigen Lauf des Orinoco kennen zu lernen. Während nämlich sein unterer und der größte Theil seines Laufes überhaupt in dem ihm von der Natur angewiesenen Thalbecken liegt, findet sich sein oberer im zweiten Becken, nämlich in dem des Amazonenstromes. Aus der Gebirgsgruppe von Parime, in deren Innerem er unter noch sehr unbekannten Verhältnissen entspringt, auf der Südseite heraustretend, fließt er 50 Stunden weit im Thale des Amazonenstromes ohne zwischenliegende Bergkette, und was wol noch besonders hervorgehoben zu werden verdient, mit diesem in gerade entgegengesetzter Richtung. Beide Theile des Stromes endlich, den man mit Hrn. von Humboldt in den Theil außerhalb des Thals (hors de la vallée) und in den innerhalb seines Thals zerlegen kann, verbin-

den sich durch eine lange Querspalte, die noch am äüßersten westlichen Rande senkrecht auf die Streichungslinie der Gruppe von Parime gerissen ist; und da nun der untere Lauf (im Thale) entgegengesetzt mit dem obern strömt, so bekommt der ganze Lauf des Orinoco fast die Gestalt einer Spirale, so daß, obwol die Länge desselben etwa 1350 geographische Meilen beträgt, seine Mündung doch unter einem, kaum zwei Längengrade von dem seines Ursprunges entfernten Meridiane liegt. Bevor aber der obere Theil des Stromes in die Querspalte tritt, um sich mit dem untern zu verbinden, ereignet sich der merkwürdige Fall, daß er einen mächtigen Arm, den Cassiquiare, absendet, welcher nach einem Lauf von 240 geogr. Meilen Länge, und nachdem er sich in zwei Arme, den Itinivini oder Conorichite, und den eigentlichen Cassiquiare, gespalten hat, in den Rio negro mündet, der einer der ansehnlichsten Nebenflüsse des Amazonen-Stromes ist. Diesen merkwürdigen Verbindungsstrom befuhr Hr. v. Humboldt von der Mündung bei San Carlos aufwärts, um in den Orinoco nach Esmeralda zu kommen; er ist ein in jeder Beziehung sehr mächtiger Fluß, der in Eüropa unter die bedeütendsten gezählt werden würde; selbst der Itinivini hatte bei seiner Mündung schon eine Breite von mehr als 120', und wo der ganze Fluß beisammen ist, erscheint er über zwei bis drei Mal so breit als die Seine in Paris beim Jardin des Plantes, er kann also füglich mit dem Rheine bei Mainz verglichen werden. Weiß ist sein Wasser, das gegen die schwarze Farbe des davon benannten Rio negro eigenthümlich absticht.

Von dem Vorkommen dieses Phänomens in andern Gegenden der Erde kennen wir etwa noch drei bis vier Beispiele; zwei der bedeütendsten trifft man vielleicht in Hinter-Indien an den mächtigen Strömen, welche dort, aus der Fortsetzung der Himalaya-Kette hervortretend, in den Flachländern der Halbinsel dem Meere zuströmen. Die eine Gabeltheilung scheint zwischen den Strömen von Ava und Pegu, dem Irawaddi und dem Sittang, durch die Zwischenlage eines Sees gebildet und daher in vollkommener Reinheit noch zweifelhaft zu sein; die andere dagegen durch den Zwischenfluß Anan hervorgebracht, verbindet den Strom von Siam mit dem Strome von Kambodja. Ein anderer sehr merkwürdiger Fall dieser Art ist bestimmt beobachtet: Hr. v. Buch fand im nördlichen Schweden, nordwärts des Polarkreises, mehrere mächtige Berg-Ströme, welche, von den Abhängen des Scheiderückens zwischen Ost- und Nord-See, der hier zugleich die Reichsgränze von Schweden und Norwegen bildet, herabkommend, einander parallel fließen; unter diesen sind die Torneå- und die ihr im W. gelegene Calix-Elf die bedeütendsten, beide

aber stehen durch einen Fluß, die ansehnliche Tärändo elf, mit einander in Verbindung, indem derselbe, von der ersteren ausgehend, nach einem Laufe von 6 bis 8 deütschen Meilen durch sumpfiges Land in die letztere fällt. Hr. v. Buch erwähnt, daß man lange Zeit an der Richtigkeit dieser Erscheinung gezweifelt habe, sie aber gegenwärtig durch Hermelins Karten vollkommen erwiesen sei.

Einen nicht minder vollkommenen Fall dieser Art besitzen wir in Norddeütschland auf der Wasserscheidungslinie zwischen den Flußgebieten der Weser und Ems. Wo beide Flüsse in das große norddeütsche Flachland eintreten, liegen zwischen ihnen zwei parallele Höhenzüge, schärfer gezeichnet, als man von ihrer geringen Höhe erwarten sollte; der nördliche, gewöhnlich die Weserkette genannt, der südliche der Teutoburger Wald. Der erstere wird von der Weser, wie schon erwähnt, in der Westfälischen Pforte (porta westphalica) durchbrochen, allein er erreicht die Ems nicht, indem er nordwestlich von Osnabrück in der Gegend von Bramsche verschwindet; der Teutoburger Wald dagegen, welcher die Weser nicht erreicht, indem er sich von ihr abwendet, wird an einer Stelle, wo er fast ganz von der Oberfläche verschwindet, und wo man nur die von ihm fortströmenden Gesteine noch wahrnehmen kann, bei Rheine von der Ems durchschnitten; zwischen beiden Ketten aber liegt eine ihnen parallel streichende Senkung, ein Zwischenthal, das von der Weser zur Ems gerichtet ist. Es wird in seinem östlichen Theil von der Westfälischen Werra eingenommen, im W. dagegen von der Haase, die in's Flußgebiet der Ems gehört, zwischen beiden Strömen findet aber durch einen Arm, den die Haase abgiebt, eine ununterbrochene Verbindung Statt; dieser Arm wird von seinem Trennungspunkte an die Else genannt, und gewöhnlich auf unsern Karten als ein selbstständiger Fluß dargestellt, er scheidet von der Haase bei Gesmold in der Nähe von Melle und nimmt genau so viel Wasser auf, als der Haase noch bleibt; beide Arme fließen einander, sogleich nachdem sie sich getrennt haben, diametral entgegengesetzt.

Um endlich aller Fälle dieses merkwürdigen Phänomens, welche bis jetzt beobachtet worden sind, zu erwähnen, müssen wir noch des Arno in Ober-Italien gedenken; von ihm berichten schon die Alten, daß er, indem er aus den Apenninen hervortretend eine halbkreisförmige Biegung (voltata) macht, die wir im Kleinen mit den Biegungen des Orinoco vergleichen können, sich in zwei Arme theilte, deren einer (der Hauptarm) bei Florenz und Pisa vorüber seinen Namen behaltend in's Meer eilt, der andere aber den Namen der Chiana annehmend, sich mit der Tiber

verband. Wie wir indeß gegenwärtig wissen, hat diese Gabeltheilung durch das Ausarbeiten des Arno im Mittelalter bereits aufgehört, und die Chiana hat sich in einen der Tiber und in einen dem Arno gehörigen Theil getrennt; auf der Wasserscheidungsstelle (point de partage) aber liegt der kleine See von Montepulciano, ähnlich wie die oben berührten Seeboden, welche Weser und Elbe, Elbe und Ostsee verbinden.

„Man hat mich, bemerkt Hr. v. Humboldt, seit meiner Rückkehr vom Orinoco oft gefragt, ob ich glaubte, daß der Kanal des Cassiquiare durch allmäligen Aufschutt (attérissemens successifs) verstopft werden würde, und ob ich nicht der Meinung wäre, daß die beiden größten Stromsysteme des äquinoctialen Amerika sich im Lauf der Jahrhunderte vollständig von einander absondern würden. Da ich es mir zum Gesetz gemacht habe, nur Thatsachen zu beschreiben und die Verhältnisse zu vergleichen, welche in verschiedenen Ländern zwischen der Bodengestaltung und dem Lauf der Gewässer bestehen, so muß ich Alles vermeiden, was rein hypothetisch ist. Ich erinnere zunächst daran, daß der Cassiquiare in seinem gegenwärtigen Zustande, nicht wie die Dichter des Latium sagen, placidus et mitissimus amnis ist; er gleicht kaum jenem errans languido flumine Cocytus, weil er in dem größten Theil seines Laufes die reißende Schnelligkeit von 6 bis 8 Fuß in der Sekunde hat. Es ist daher nicht zu fürchten, daß er ein Bette völlig ausfüllen werde, welches mehrere hundert Toisen breit ist. Die Existenz dieses Arms vom Ober-Orinoco ist ein zu großes Phänomen, als daß die kleinen Veränderungen, welche wir auf der Erdoberfläche vorgehen sehen, ihn zerstören oder auch nur bedeütend modifiziren könnten. Wir wollen es nicht laügnen, besonders wenn es sich um Flüsse handelt, welche minder breit sind und geringere Geschwindigkeit besitzen, daß alle Wasserabflüsse durchgängig das Bestreben haben, ihre Verzweigungen zu vermindern und ihre Becken zu isoliren. Die größten Ströme, untersucht man die steilen Abhänge ihrer entfernten Thalränder, erscheinen uns nur als kleine Wasserfäden, die in den Thälern, welche sie nicht selbst aushöhlen konnten, umherirren. Der Zustand ihres gegenwärtigen Bettes zeigt uns zur Genüge die allmälige Abnahme der fließenden Wasser. Überall sehen wir Spuren alter ausgetrockneter Stromarme und Gabelverzweigungen, von denen kaum eine historische Urkunde bis auf uns gekommen ist. Die verschiedenen, mehr oder minder parallelen Furchen, welche die Betten der amerikanischen Ströme ausmachen, und die dazu beitragen, sie viel wasserreicher erscheinen zu lassen, als sie es wirklich sind, verändern nach und nach ihre Richtung und vermengen sich durch das Abnagen der Längengräte, welche sie von einander

scheiden. Was anfangs nur ein Arm war, wird bald der einzige Recipient; und in den Wasserabflüssen, die eine geringe Geschwindigkeit haben, verschwinden die Gabeltheilungen oder Verzweigungen zwischen zwei hydraulischen Systemen auf dreierlei Art, entweder weil der Verbindungskanal den getheilten Fluß ganz in sein Bette mit fortreißt, oder weil der Kanal sich durch Aufschutt da verstopft, wo er den Haupt-Recipient verläßt, oder endlich, weil sich in der Mitte seines Laufs ein Quergrat, eine Wasserscheide bildet, die den obern Wasserschichten ein Gegengefälle, einen Zurücklauf beibringt. Länder, die sehr niedrig und großen periodischen Überschwemmungen ausgesetzt sind, wie Guiana in Amerika, Dar Saley oder Baghermi in Afrika, zeigen uns, wie sehr diese Verbindungen durch natürliche Kanäle vormals viel häufiger gewesen sind, als es in unsern Tagen der Fall ist."

Dieses möge genügen, um die Bedeütung zu erlaütern, welche die Eintheilung des Festlandes in Stromgebiete für das Wesen geographischer Anschauungen hat; mit ihr ist keine natürliche Unterscheidung der großen Hauptformen gegeben; ja zuweilen ist es, wie wir gesehen haben, nicht einmal möglich, sie vollkommen scharf durchzuführen; und wir erkennen mithin, wie unrichtig in ihrer Allgemeinheit die Vorstellung ist, „von der Richtung des in einer jeden Karte verzeichneten fließenden Wassers auf die darauf nicht mit verzeichneten Unebenheiten und die Beschaffenheit einer Gegend Schlüsse in der Art zu machen, daß da, wo das meiste Wasser herkommt, auch die größten und höchsten Erhabenheiten des Bodens liegen werden." Wenn wir daher in unsern fernern Betrachtungen den Eigenschaften der Flüsse, in Beziehung auf die Form ihrer Wege, unsere Aufmerksamkeit zulenken, so werden wir weniger um Lösung der gewöhnlich hierbei abgehandelten Frage bemüht sein dürfen, wie die strömenden Wasser die gegenwärtige Gestalt der Erdoberfläche herbeigeführt, als vielmehr um die Betrachtung, wie die Wasser die Gestalt, welche sie, durch andere Ursachen erzeügt, vorfanden, benützt haben, um ihre gegenwärtige Vertheilung zu erlangen.

Fünf und zwanzigstes Kapitel.

Gestaltung der Flußbetten. Buffon's geometrische Ansicht über ihre Richtung; Hausmann's geognostische Ansicht; sie bestätigt sich nicht im Allgemeinen und Großen. Die Richtung der Thäler schreibt den Flußbetten ihre Richtung vor. Gestalt der Flußbetten nach Neigung, wagerechter und senkrechter Ausdehnung in einer jeden der drei Entwickelungsstufen eines Stromes, dem obern, mittlern und untern Lauf.

Ein jedes fließende Wasser bietet, schon dem flüchtigsten Blick, zwei Seiten dar, die an ihm aufgefaßt werden können, erstens den Raum, in welchem sich das Wasser fortbewegt (sein Bette oder Rinsal), und zweitens die bewegte Wassermasse selbst. Und ist gleich das Resultat der Eigenschaften der letzteren oft die Ursache von den Eigenthümlichkeiten des erstern, so wird doch die Gesammtauffassung des Gegenstandes vielleicht an Deütlichkeit gewinnen, wenn wir unsere Aufmerksamkeit zuerst den beachtenswertheren Eigenschaften der Flußbetten zuwenden, bevor wir bei den Erscheinungen verweilen, die uns bei einer nähern Betrachtung der in diesen Furchen der Erdrinde bewegten Wasser entgegentreten.

Wenn sich die strömenden Wasser ihren Lauf in den Thalgeländen gewählt haben, je nachdem die Beschaffenheit derselben die günstigste Gelegenheit dazu darbot, so wird unsere Betrachtung der Flußbetten großentheils nur auf die Wirkung zu richten sein, welche das fließende Element auf seiner Bahn hervorgebracht hat, und wir werden dabei, — wenn so eben auf die Grundzüge der Gestalt der Erdoberfläche, als in früheren Perioden durch sehr verschiedene Ursachen entstanden, hingedeütet wurde, — in ein Gebiet eingeführt, welches durch den Karakter einer unausgesetzten Thätigkeit ausgezeichnet ist.

Haben die Ströme sich auch ihre Thäler nicht ausgefurcht, die Gebirge nicht durch Wegspühlung der Erdkruste gleichsam aufgeschaüfelt, so

sind sie doch mit wenigen Ausnahmen Herrscher über die Gestalt ihrer Betten, die sie auf dem Boden der Thäler eingeschnitten und mehr oder minder vollendet haben; und immer noch arbeiten sie an ihrer Ausbildung, wie A. von Humboldt und C. Ritter es so treffend gezeigt haben. Ein jeder Strom wird durch die Gestalt seines Bettes ein Individuum, das zu einer höhern oder niederern Stufe der Entwickelung fortgeschritten ist, — eine lebendige Ansicht von der schaffenden Thätigkeit des fließenden Elements, die für die Betrachtung dieses Gegenstandes eine große Theilnahme erwecken muß.

Bei den Flußbetten ist es zunächst die Richtung derselben, welche unsere Aufmerksamkeit in Anspruch nimmt. Sie, diese Richtung, hat im Allgemeinen nichts Gesetzmäßiges, wie frühere Naturforscher zu beweisen glaubten; namentlich war es Buffon, welcher meinte, daß alle bedeütenderen Hauptflüsse der Erde eine gemeinsame Richtung ihres Laufes mehr oder minder nahe in der Richtung der Parallelkreise, von West nach Ost, oder von Ost nach West, hätten, und alle Nebenflüsse die Richtung der Meridiane wählten. Der Urheber dieser Ansicht hat sie auf eine scharfsinnige Weise zu kommentiren gesucht: — In Amerika, sagt er, ist dieses Phänomen abhangig von dem Lauf seiner Hauptgebirgskette in der Richtung eines Meridians, welche die Flüsse nöthigt, senkrecht darauf ihren Weg zum Meere zu suchen, und doch fließen mehrere der bedeütendsten Ströme dieses Kontinents, der La Plata, der Rio del Norte, der Missisippi, der Mackenzie, fast genau von Norden nach Süden, oder von Süden nach Norden. Auf dem Festlande der Alten Welt dagegen, glaubt Buffon, rühre die Richtung der Flußbetten von dem parallelen Lauf der Gebirgsketten von Ost nach West her, zwischen denen sie den ihrigen nehmen; ja er setzt hiermit sogar die Richtung der Hauptbinnenmeere in Beziehung: des Mittelländischen und des Schwarzen Meeres, so wie des Kaspi-Sees, der einst von Ost nach West viel breiter war als von Nord nach Süd; allein diese Ansicht wird auch hier leicht durch den Lauf des Rhone, des Rheins, des Nil, aller sibirischen Flüsse u. s. w. widerlegt, und erscheint als vollkommen eben so naturwidrig und gezwungen, wie die Klassifikation der Unebenheiten nach Gebirgs-Meridianen und Berg-Parallelen, mit denen Buache (1756), Lehmann (1762) und Gatterer (1775) die Oberfläche der Erde wie mit einem geographischen Netz überzogen; beide Ansichten sind deshalb auch seit Bergmann, der sie noch aufnahm, verlassen worden, und schon Otto (1800) erklärt sich auf's Entschiedenste gegen die geometrische Konstruktion bei der Vertheilung der Ströme.

Andere Naturforscher haben mit größerem Rechte die Richtung der Flußbetten auf die Richtung der begleitenden Schichten der Gebirgsarten, durch welche sie ihren Lauf nehmen, bezogen, und besonders hat Hausmann dieser Ansicht, bei Gelegenheit der Beobachtungen, die er über den Lauf der Dal-Elfe in Schweden zu machen Gelegenheit fand, eine ausführliche Darstellung gewidmet. Die Ströme durchschneiden, so sagt er, wenn nicht andere, mächtigere Kräfte dagegen wirken, die Gebirgsmassen in der Richtung, in welcher sie den geringsten Widerstand finden, also da, wo die Gebirgsarten aufgerichtete Schichten haben, mit den Kanten derselben parallel; wo sie horizontal liegen, in der Richtung der ausgezeichnetsten Kluftabsonderung; durchschneiden sie hartes Gestein, so werden sie sich nach dessen Umgränzungen richten und ausweichen, und so ihre eckigen Biegungen bilden müssen; diese verwandeln sich aber in sanfte Wellenlinien, wenn der Strom in lockeres, aufgeschwemmtes Land tritt, und man kann deshalb schon mit geübtem Auge aus der richtigen Zeichnung von dem Laufe eines Stromes mit einiger Sicherheit auf die Masse seines Bettes schließen. Den Lauf der Dal-Elfe wählt Hausmann zum Beleg für diese Ansicht, der er als ein nicht minder wichtiges Moment für die Bestimmung von der Richtung der Flußbetten noch die Richtung der Nebenflüsse hinzufügt, aus welcher die Richtung des Hauptbettes sehr oft nach dem bekannten Gesetz vom Parallelogramm der Kräfte erzeügt wird.

Diese Ansicht kann aber noch kein durchgreifendes Gesetz für die Richtung der Strombetten begründen, und nur in einzelnen Verhältnissen derselben eine Anwendung in untergeordnetem Sinne finden. Allerdings ist es gewiß, daß die Richtung der Schichten der ein Flußthal begränzenden Gebirgswände mit der Richtung des Bettes, welche ein Fluß in diesem Thale nimmt, oft übereinstimmt; die Flüsse im Innern der Alpen: der Rhone im Wallis, der Inn im Engadin, die Salzach im Pinzgau sind deütliche Beweise dafür, und auch hier in den Alpen sind die Schichten haüfig steil aufgerichtet; die Krümmung, welche der Rhein unterhalb Mainz macht, bevor er bei Bingen in's Gebirge tritt, zeigt es deütlich, daß er hier nur der Richtung der Schichten des vorliegenden Gebirges folgt. Fast eben so haüfig sehen wir es auch in den norddeütschen Gegenden, daß die Betten der Flüsse auf den Scheidungslinien der Gebirgsarten eingegraben sind, wie es an der Weser u. a. zwischen Karlshafen und Holzminden, und zwischen Hameln und Blotho sehr klar hervortritt. Hier also zeigt die Richtung der Schichten den entschiedensten Parallelismus mit der Direktion der Flußbetten, und unzählige Beispiele würden

sich nachweisen lassen, wie die Flußbetten durch feste Gesteinkämme genöthigt werden, diese in Krümmungen zu umgehen.

Betrachten wir aber im Großen den Einfluß, welchen dieses Phänomen auf die allgemeine Richtung der Flußbetten ausübt, so werden wir uns überzeügen müssen, daß er in der That nur gering sei. Von allen Alpen-Strömen verlassen nur zwei, die Drau und die Sau, das Gebirge in einer Richtung, welche der seiner Schichten parallel ist; alle übrigen treten fast senkrecht auf denselben hinaus, und die Richtung ihrer Betten ist unabhangig von der Richtung der Schichten, die ununterbrochen dieselbe bleibt. Wie wenig endlich auf die Richtung des Rheinbettes der allgemeine Lauf der Schichten einen Einfluß hat, das geht schon aus den oben gegebenen Andeütungen einer Schilderung seines Thales hervor; sein Bette verändert die Hauptrichtung nicht, und doch verändert sich die der Schichten; ein Phänomen, welches in der That auch bei allen kleinern Flüssen, oft sehr schön (z. B. an der Schwarza im Thüringer Walde) wahrgenommen werden kann und würdig ist, die Aufmerksamkeit des Reisenden in Anspruch zu nehmen, indem es für das Studium einzelner Theile von Flußbetten sehr belehrend werden, aber niemals den Schlüssel zu den Ursachen ihrer Richtung im Großen geben kann. Mehr noch ist dieses mit dem vom Parallelogramm der Kräfte hergenommenen Bilde der Fall; auch dieses kann nur im Kleinen und Einzelnen, nicht aber im Großen und Allgemeinen gelten. Niemals bei irgend einem bedeütenderen Falle der Vereinigung zweier Flußrinnen sieht man das daraus hervorgehende Flußbette nun die mittlere Richtung der zwei vorhergehenden, wenn auch nur nach Maaßgabe der Stärke derselben, nehmen, sondern es ist im Gegentheil ein sehr allgemeines Gesetz, daß, wenn zwei Flußbetten einander treffen, die nun entstehende Richtung des vereinigten Bettes immer eine der beiden vorhergehenden ist, und zwar ohne Rücksicht auf die Stärke derselben; so kann oft der Hauptfluß die Richtung des Nebenflusses annehmen, und umgekehrt, wenn gleich das Letztere haüfiger Statt findet. Beispiele davon geben z. B. der Rhone und die Saone bei ihrer Vereinigung zu Lyon; die erstere nimmt die Richtung der letzteren an, obwol sie bei weitem die stärkere ist; so ist es auch mit dem Orinoco und dem Rio Apure, wo sie bei Cabruta zusammentreffen; so auch endlich, um eines kleineren Beispieles aus unserer Nähe zu erwähnen, mit dem Zusammentreffen der Weser und Aller unterhalb Verden, wo der Hauptfluß so auffallend schnell in die Richtung des Nebenflusses übergeht. Für den umgekehrten Fall dürfen wir nur an den Rhein erinnern, um nachzuweisen, wie wenig die bedeütendsten seiner

Zuflüsse auf die Richtung seines Bettes von Einfluß sind: der Neckar, der Main und die Mosel und alle die kleineren Nebenflüsse, die er empfängt, die Lahn, die Sieg, Ruhr, Aar u. s. w., treffen ihn rechtwinklig auf seinem Lauf, also in der Richtung, wo sie die größte Gewalt auszuüben vermögen, und dennoch verändern sie diese nicht merklich. Eben der Fall tritt sehr ausgezeichnet bei der Donau ein. Wo der Inn mit ihr bei Passau zusammentrifft, scheint er der Nebenfluß zu sein, denn er nimmt, sich unterordnend, ihre Richtung an, und daher auch mag wol der umgebildete Strom den Namen der Donau behalten haben. Später indeß tritt der umgekehrte Fall ein; da, wo Donau und Drau unterhalb Eszeck sich vereinigen, scheint die erstere nur in einer Fortsetzung vom Bette der letzteren zu fließen, während die bald darauf rechtwinklig auf ihren Lauf (zwischen Belgrad und Peterwardein) einmündende Theis keine Veränderung in der Richtung ihres Bettes hervorbringt. Ähnlich sehen wir da, wo Elbe und Moldau zusammenkommen, die erstere die Richtung der letzteren annehmen, und schon haben wir erwähnt, daß eigentlich der Elbe der Name der Moldau gebühre. Wir begnügen uns mit diesen Beispielen, deren Lokalität unsern Lesern gelaüfig ist; Beispiele aus andern Gegenden der Erde könnten in großer Menge nachgewiesen werden.

Wir sehen also, daß die Richtung der Flußbetten im Allgemeinen weder einem in Beziehung auf die Weltgegenden auszudrückenden Gesetze unterthan ist, noch daß sie dem Einflusse der Schichten, welche die Erde zusammensetzen, oder dem Stoße der Gewässer gehorcht, die nur im Einzelnen die Richtung und Gestalt ihres Bettes bewirken können. Sie folgt vielmehr dem Laufe der Thäler, welche die Betten sich nach der ablaufenden Wassermenge am bequemsten wählen konnten; und leicht ist es einzusehen, daß auch sogleich die Richtung der Flußbetten sich ändern werde, wenn die Größe der Wassermasse, die sie zu führen bestimmt oder geeignet sind, eine Vermehrung oder Verminderung erleidet.

Was die Gestalt der Flußbetten betrifft, so findet, wenn wir dem Laufe der Ströme folgen, eine karakteristische Verschiedenheit Statt, welche, obwol im Allgemeinen bekannt, doch unter den neüern Geographen zuerst von Hrn. Ritter, so weit es sich mit einem Gegenstande dieser Art thun läßt, in eine systematische Darstellung gebracht worden ist. Er hat gezeigt, wie sehr sich die Ansicht von dem Bette eines Stromes, der im Hochgebirge fließt, von der Form desselben im Vor- oder Hügellande unterscheidet, und wie ganz anders sich die Natur seines Bettes in der Nähe der Mündungen gestaltet, wo die Eigenthümlichkeit des Flusses im Binnenlande vor der ausgleichenden Oberherrschaft des Meeres verloren

geht. Aber es giebt auf der Erde auch sehr viele Flüsse, welche während der ganzen Länge ihres Laufes ihr Bette nur in einem oder dem andern dieser Zustände zeigen. Viele Flüsse entspringen erst im Flachlande und erreichen, nie die Natur eines selbstständigen Stromes erlangend, nach einem schleichenden Laufe durch sumpfige Flächen das Meer; andere stürzen aus Küstengebirgen als Gebirgsbäche in's Meer und erlangen also nie die Natur der majestätischen Ströme des Binnenlandes, welche der Stolz und der Hebel der Kultur ihrer Anwohner sind; beide, jene schleichenden und diese stürzenden Wasser, wurden schon von den früheren Geographen von den großen Strömen des Binnenlandes unterschieden und erhielten, wenn sie gleich sehr verschiedener Natur sind, den gemeinsamen Namen der Küstenflüsse. Anderen Flüssen dagegen kommt häufig die entgegengesetzte Eigenschaft zu: von den Gebirgen in's Vorland herabstürzend, zieht sich ihr Bette oft durch ansehnliche Landstrecken hin, allein sie gehen verloren, bevor sie das Meer zu erreichen im Stande sind; entweder münden sie in großen Wasser-Ansammlungen des Binnenlandes, deren Größe hinreicht, um den ihnen mitgetheilten Wasserreichthum durch Verdunstung immer wieder abzugeben, oder sie sickern allmälig in lockern Boden ein, der keine Thalfurche darbietet, um sie darin abfließen zu lassen, und ihr Bette endigt durch allmälige Verschwächung; dann nannten die älteren Geographen sie Steppenflüsse.

Diese fast prinziplosen Unterscheidungen hat die aus umfassender Naturanschauung geschöpfte Darstellung Ritters, welcher damit eine Vergleichung der über alle Flüsse der Erde bekannten Thatsachen verband, jetzt unnöthig gemacht. Die einzelnen Stromsysteme als mehr oder minder zur Vollendung gekommene Individuen betrachtend, scheidet Ritter sie zunächst in zwei Hauptfamilien: in oceanische und in nicht-oceanische, die man vielleicht zweckmäßiger kontinentale nennen könnte. Beiden, wenn sie vollendet erscheinen sollen, kommen während ihres Laufes vom Ursprunge bis an's Ende drei Hauptstufen der Entwickelung zu, welche Ritter, dem allgemeinen Sprachgebrauche angemessen, den Ober-Lauf der Ströme, den Mittel-Lauf und den Unter-Lauf derselben nennt. Alle drei Stufen haben ihr Eigenthümliches, das, wie wir es jetzt vor uns sehen, zunächst in der Gestalt ihres Bettes und dann in der dadurch bedingten Eigenthümlichkeit im Verhalten der in ihnen fließenden Wassermasse sich ausdrückt. Jeder Strom, den wir als vollkommen anerkennen sollen, muß diese drei Stufen der Ausbildung besitzen; alle oben genannten, die davon abweichen, die Küstenflüsse beider Arten und die Steppenflüsse, sind als Individuen verfehlter oder unvollendeter Bildung, nach Ritters

Ausdruck, als unentwickelte Stromsysteme anzusehen; und eben dadurch, so wie durch die Betrachtung der großen Verschiedenheit der Verhältnisse dieser Entwickelungsstufen zu einander in einzelnen Stromsystemen, tritt diese systematische Form in die lebendige Anschauung. Wenn wir es versuchen, eine Karakteristik derselben zu entwerfen, so weit sie zunächst aus der Gestaltung der Flußbetten abgeleitet werden kann, so darf beim Beginnen dieser Übersicht wol kaum daran erinnert werden, daß die verschiedenen Entwickelungsstufen der Stromsysteme nur den Hauptkarakter derselben in ihren verschiedenen Theilen auffassen, und sie nicht als mathematisch scharf begränzte Gebiete derselben betrachtet werden dürfen. Die Übergänge und Vermittelungen, ja selbst Rückfälle aus einer Stufe in die andere, sind unzählig, und es gestaltet sich dieses Verhältniß vollkommen so frei, wie die Verschiedenartigkeit der Oberflächengestalt der Erde, die uns, sobald die Anschauung in's Einzelne geht, den Überblick verlieren und ein scheinbar regelloses Gewirre von Erhebungen und Vertiefungen auf der Oberfläche wahrnehmen läßt.

In ihrem obern Laufe werden die Strombetten vorzugsweise karakterisirt durch den ansehnlichen Abhang ihres Bodens im Verhältniß zu ihrer Länge, durch die Höhe und Steilheit der begränzenden Uferränder, und durch den geringeren Zwischenraum, welchen sie dem in ihrer Tiefe fortrinnenden Wasserstrahle übrig lassen. Thalbildung und die Bildung eines Bodens, auf welchem die Wasser ihr Bette frei auszuarbeiten vermögen, sind hier noch nicht von einander getrennt, und bei sehr vielen Bergströmen im Hochgebirge, das wir hier vorzugsweise vor Augen haben, fließen die Wasser sehr häufig auf dem nackten Felsboden, in welchem die Thalwände sich unten spitzwinklig schließen.. Ein eigentlicher Thalboden, wie wir ihn bei den Flüssen des Hügellandes und der Vorberge zu sehen gewöhnt sind, ist nicht vorhanden, und schaümend stürzt sich der Gießbach von Felsen zu Felsen. — Wie außerordentlich tief in den Grund des Gebirges die Thäler der Bergströme eingeschnitten sind, geht aus vergleichenden Messungen der Höhe des Gebirges und der Wasserspiegel an ihren Ausgängen hervor. In den mächtigen Cordilleren Südamerika's, lehrt uns A. von Humboldt, sind die Hochthäler von 8000 bis 10000 Fuß hohen Gipfeln und Kämmen umgeben, während sie selbst schon ungefähr eben so hoch über dem Meere stehen, und dennoch liegen die Flüsse, wo sie das Gebirge verlassen, nur noch etwa 2000 Fuß (350 t) über dem Meere; sie sind dabei oft so völlig im Besitz ihres Thales, daß keine Bewohnung in ihnen Statt finden kann. In den Alpen erhebt sich die vorderste Kette auf der Nordseite sehr schnell zu

6000 bis 8000 Fuß, und doch liegen die Betten der Flüsse, die aus ihnen hervortreten, gewöhnlich etwa 1200, selten (und in der Schweiz wol nie) 1500 Fuß über dem Meer; noch ausgezeichneter ist dies auf der südlichen Seite. Ein so ansehnliches Mißverhältniß zwischen der Höhe der Ufer und der Breite des Thalgrundes giebt diesem das Ansehen der Spalte, und dieser Karakter ist es auch nur, den wir festhalten dürfen, um uns von der Grundgestalt der Strombetten in dem obern Theil ihres Laufes einen vollkommenen Begriff zu machen. Wie die Richtung einer Spalte, welche in festes Gestein reißt, eine geradlinige ist, so ist auch in der Richtung der Bergströme die gerade Linie der vorwaltende Karakter, und kann eine Spalte nicht geradlinig reißen, so wird sie in starren Körpern scharfe Winkel machen, wobei an den nach oben weit aufklaffenden Rändern die ausspringenden Ecken immer genau den einspringenden entsprechen, so daß sie, wenn man sie wieder vereinigen könnte, genau auf einander passen würden. Schon Bourguet hat diesen, wie er sich ausdrückte, festungsartigen Bau in vielen Thälern der Alpen gesehen, und er hat nur darin gefehlt, daß er, und viele seiner Nachfolger, ihn ganz allgemein auf die Bildung aller Thäler anwenden wollten; nirgend aber wird uns diese Grundgestalt der Hochgebirgsthäler, oder, was dasselbe sagen will, der Flußbetten im Hochgebirge vollkommener als in den Andes beschrieben, wo sie die Spanier, seit ihrer Ankunft in Amerika, mit dem karakteristischen Namen Quebrada, d. h. zerbrochen, belegten, und wo alle Flüsse in ihnen strömen, bis sie plötzlich in die Küstenfläche treten, die ihnen für die nun noch sehr kurze Strecke ihres Laufes bis zum Meere ein breites Bette und sehr geringen Fall giebt.

Unter den Flußthälern der Alpen, welche diesem Bilde entsprechen, zeichnen sich nach Ebel's Schilderungen viele auf der südlichen Seite, im Kanton Tessin und im Piemontesischen aus, insbesondere die Thäler von Anzasca und Vedro auf der südlichen Seite des Simplon, und das Thal von Aosta, durch welches die Straße vom St. Bernhard nach Italien führt. Hier endigen unmittelbar mit steilen Abfällen die hohen Urgebirgs-Alpen an der Ebene des aufgeschwemmten Landes und bilden in amphitheatralischer Umgränzung den ungeheüern Gebirgswall, in dessen Nähe die Gegenden von Turin und Mailand einen schönen Überblick der großartigsten Gebirgsgestaltung von Eüropa gestatten. Aus schauerlicher, tiefer und enger Kluft stürzen hier die zahlreichen Zuflüsse der beiden Hauptströme Sesia und Dora hervor; oft angeschwollen am Rande des Gebirges bis 120 Fuß tief, rollen sie, namentlich nach Regengüssen, die hier weit heftiger sind, als auf der Nordseite des Alpenkammes, in

tagelang anhaltenden Steinregen die herabfallenden Trümmer ihrer Wände mit sich fort und gestatten ihnen nicht, auf dem schmalen Boden liegen zu bleiben, um einen den Wirkungen des Flusses gehörigen Thalgrund zu bilden. Neben dem wildesten, wüthendsten Bergstrom laufen die Wege, die, wie selbst auch der schon von den Römern angelegte Weg von Aosta, immer nur Saumthierpfade sind, theils in Nischen fort, welche in den Felsen des Ufers gehauen sind und an vorspringenden Stellen ihn oft in Gallerien durchbrechen, theils auf hoch über dem schaümenden Strome gewölbten Brücken, die theils quer über ihn hinsetzen, theils an ihm der Länge nach fortlaufen.

Doch ist diese ausgezeichnete, ununterbrochene Spaltenform keinesweges die allein herrschende Gestalt aller Flußbetten im Hochgebirge. Saussure, L. v. Buch und Ebel haben es zuerst in den Alpen bemerkt, daß die meisten ihrer Wasser sich durch ein stufenförmiges Absetzen auszeichnen, welches dem zugänglichen Theile des Gebirgs einen sehr eigenthümlichen Karakter giebt. Nicht nur die weiten Längenthäler, wie das Wallis, das Engadin rc. rc., geben den Flußbetten Raum, sich selbstständig auszubilden, und in weiten Wiesen- und Feldflächen zwischen den entfernter liegenden, begleitenden hohen Gebirgsketten sich durch die Kraft des Gewässers einen gleichförmigen Fall zu schaffen, sondern auch in allen größern Querthälern, die unmittelbar vom Abhange der Hauptkämme sich öffnen, giebt es mehrfach über einander aufsteigende, schwach und gleichförmig geneigte Thalböden, auf welchen die Bergwasser ruhiger strömen und auf welchen die Felswände weit auseinander treten, um eine bewohnbare Fläche, die der Fluß auf ihrem Boden anschwemmte, entstehen zu lassen. Aber diese Thäler hangen unter einander durch enge, steil geneigte Spalten, durch bloße Felsenklüfte von der eben beschriebenen Beschaffenheit zusammen, und so wechselt im Laufe der Bergströme ein gleichförmiges Fließen durch breite Auen mit einem furchtbaren und unregelmäßigen Stürzen durch Spalten, in welchen sie für ihre Wassermassen kaum Platz finden. Sehr schön schildert diese Erscheinung, welche wesentlich dazu beiträgt, den Alpenthälern den lieblichen, manchfaltigen Karakter zu geben, welcher sie vor den Thälern so vieler hohen Gebirge auszeichnet, L. von Buch in seiner Reise durch Salzburg. Schon oben haben wir die enge, tiefe Schlucht kennen gelernt, in welcher die Salzach fast zwei deütsche Meilen weit von Werfen bis Golling die 8000 Fuß hohe Kette des Watzmann bis auf seine Sohle zerreißt; an den steil aufsteigenden Felswänden kann man deütlich die Spuren des gewaltsamen Einschneidens durch die Wirkung des Wassers hoch herauf nachweisen;

wenn man aber diese Kluft in's Gebirge hinein durchwandert hat, sieht man sich plötzlich in ein weites, offenes, reich bebautes Längenthal, das sogenannte Pinzgau, versetzt, dessen Boden einst, bevor die Engen von Golling und von Lofer sich öffneten, ein See war, von dem noch jetzt eine kleine Wasser-Ansammlung, der Zeller See, zurückgeblieben ist. Auf der Südseite des Thales dient ihm zur Einfassung die hohe Kette der Tauern, die mit ihren schneebedeckten Gipfeln im Glockner sich zu 12000 Fuß erhebt. Von dieser strömen wieder eine Menge beträchtlicher Bäche durch Querthäler in's Pinzgau herab, und ihre Betten haben im Kleinen wiederholt dieselbe Gestalt, die die Salzach im Großen zeigt. Alle stürzen sie bei ihrem Eintritt in's Hauptthal aus engen, tiefen Spalten hervor, in denen sich das Gebirge zu schließen scheint; der bekannteste unter ihnen, die starke Gasteiner Aach, stürzt durch die sogenannte Klamm, durch welche ebenfalls der Weg auf Brücken über den Abgrund führt, etwa 500 Fuß hoch von einem Wasserfall auf den andern; bald weichen indeß die Felsen zurück, und man sieht sich auf einer bebauten weiten Wiesenfläche, in deren Mittelpunkt Hof im Gastein liegt. Gleichförmig und sanft fließt der Strom hier fünf Stunden lang, mit etwa 200 Fuß Fall, während die steilen Bergwände etwa auf jeder Seite eine Viertel-Meile zurücktreten; doch endlich, und zwar da, wo das Wildbad Gastein liegt, schließt sich die Thalebene von Neüem, der Bach tritt noch ein Mal aus einer engen Felsenspalte hervor, und stürzt gleich über dem Bade in einem Absatze 270 Fuß tief hinab. Man steigt durch die Kluft gegen 900 Fuß auf, und dann ist man in einer halben Stunde wiederum auf einer weiten, wenn gleich kleinern Fläche, 1600 Fuß über der Salzach, auf welcher Böckstein am Fuße des noch gegen 5000 Fuß darüber aufsteigenden Rathhausberges liegt. — Von gleicher Natur aber sind alle Gebirgsbäche, die von den Tauern herabkommen, und Ebel hat erwiesen, daß auch in der Schweiz diese Erscheinung, welche mit unserer Vorstellung von der Bildung der Thäler, sie sei welche sie wolle, sehr schwer vereinbar ist, bei den aus Querthälern hervortretenden Strömen fast allgemein dieselbe ist. So stürzt die Reüß, an welcher die Gotthardsstraße hinaufführt, aus dem Hochthal des Hospizes über die erste Stufe bis in's Urſernthal 1800 Fuß tief, vom Urner-Loch über die zweite Stufe bis Gestinen im Krachenthal 1074 Fuß, aus dem Krachenthal über die dritte Stufe nach Am-Stäg 1546 Fuß, über drei Stufen also überhaupt mehr als 4400 Fuß in's Thal des Vierwaldstätter See's hinab. Jenseits der Gotthards-Scheideck stürzt der Tessin aus dem Thal des Hospitiums über die erste Stufe bis Airolo im Ober-Liviner Thal 2856 Fuß, vom Dazio

am Ende des Ober-Liviner Thals über die zweite Stufe am Platifer im Mittel-Liviner Thal 600 bis 700 Fuß, dann nach Giornico am Anfange des Unter-Liviner Thales über die dritte Stufe 700 bis 800 Fuß, im Ganzen gegen den Lago Maggiore 4300 Fuß. Die Aar stürzt über zwei Stufen 3600 Fuß tief; die Tosa über drei Stufen, die Variola über zwei Stufen eben so tief 2c. 2c.

Die Beobachtungen von Pasumot, Charpentier u. A. beweisen, daß das Verhalten der Bergströme in den Piräneen, oder der Gaves, wie sie in der westlichen Hälfte des Gebirges heißen, ganz dasselbe sei. Dort giebt es wegen der geringen Breite des Gebirges, mit höchst unbedeütenden Ausnahmen, keine weiten Längenthäler, wie in den Alpen; alle Bäche, auf der Nordseite wenigstens, stürzen in Schluchten quer auf ihrer Richtung herab, und bestehen aus einer Folge von Erweiterungen (bassins), in denen sie gleichförmig und oft selbst in Schlangenlinien fließen, und Zusammenschnürungen (étranglemens), die ganz plötzlich eintreten und in welche die Wasser mit brausendem Ungestüm hinabstürzen. Charpentier nennt mehrere Stellen, wo die Höhe der Kaskaden 600 bis 780 Fuß beträgt, ja Link sagt in seinen Bemerkungen auf einer Reise durch Frankreich, Spanien und Portugal, am Fuß des Mont Perdu mache die Gave einen Wasserfall von 1266 Fuß Höhe, folglich den höchsten in Eüropa; und Pasumot zeigt, daß selbst in gewöhnlichem Falle die Gaves (wie der von Bastan) den ungeheüern Fall von 6 Zoll auf die Toise, also 1 Zoll auf 1 Fuß, haben, wobei immer noch von Distanz zu Distanz kleine Abstürze von 3 Fuß Höhe vorkommen. Mehrere dieser Gaves entspringen sogar, merkwürdig genug, hoch am Gebirge in cirkusartigen, von senkrechten Felswänden auf drei Seiten umschlossenen Raümen, welche von den Gebirgsbewohnern Oule oder Houle (d. h. Topf) genannt werden. Der schönste, wenn auch nicht größte Cirkus der Piräneen ist die berühmte Oule de Gavarnie, am Ursprung des Thales von Barèges. Alle Nebenthäler dieser Ströme haben übrigens eine reine Spaltenform, und an der steilern Südseite des Gebirges entdeckte schon Ramond Thäler am Mont Perdu, welche vollkommen mit den Spalten der Piemontesischen Alpen verglichen werden können.

So zeigt sich die Form der Flußbetten und ihrer Thäler an der Wiege der Ströme.

Aus dem Hochgebirgslande heraustretend, beginnt nun der Strom seinen mittleren Lauf. Ein bei weitem geringerer Abhang seines Bettes und ein geringerer Wechsel in diesem Verhältniß unterscheidet die Grundlage der Gestalt seines Bettes von der in der vorhergehenden Stufe, und

im Allgemeinen entfernen sich die Uferränder mehr von dem Strom und steigen weniger steil und plötzlich auf, wie es dem Karakter des niedrigen Berg- oder Hügellandes gebührt, und sie lassen daher, wo sie endlich sanft geneigt oder gar in wagerechter Lage zusammenstoßen, dem Strom auf dem Boden des Thales einen Schauplatz seiner Thätigkeit, auf welchem er nach Begünstigung der Umstände sich seinen Lauf wählen und sein Bette im Verhältniß zu seiner Wassermenge und zu der Geschwindigkeit, mit welcher sie hindurchfließt, sich ausarbeiten kann; hier ist Thal und Bettenbildung getrennt, und der selbstständige Strom verfolgt nun, indem er von der Gestalt der Thäler den günstigsten Gebrauch macht, seinen eigenthümlichen Gang.

Der Abhang der Strombetten ist in diesem Theile des Laufes, wie die Vergleichung der Nivellements vieler größeren Ströme ergeben hat, sehr gering; doch fehlt es, obwol die Art, sich davon zu unterrichten, sehr einfach ist, in dieser Beziehung noch sehr an genauen Nachrichten, und wir erhalten in der Regel einigermaßen zuverlässige Resultate nur durch Vergleichung der Höhe der Orte über dem Meer, welche längs eines Stromes in großen Abständen liegen, und durch Vertheilung der gefundenen Differenz auf irgend eine Längen-Einheit nach landesüblichem Maaße; ein Verfahren, bei dem die in den Messungen etwa vorhandenen Unrichtigkeiten auf ihr Minimum gebracht werden. In früheren Zeiten, als man sich zur Bestimmung derartiger Verhältnisse nur der rohesten Schätzung bediente, kam man auf sehr abenteüerliche Resultate, und es ist nicht lange her, daß noch von mehreren Naturforschern der Schluß gemacht ward, vermöge des Gefälles der Donau müsse die Quelle derselben zwei deütsche Meilen über ihre Mündung erhoben liegen. Einige der genaueren Resultate an bekannteren Strömen sind folgende:

Nach Schüblers Messungen und Berechnungen fällt das Donau-Bette in seinem obersten Theile (ohne Rücksicht auf die Quellflüsse Brege und Brigach) während eines Laufes von einer schwäbischen Reisestunde

In der Strecke zwischen	Pariser Fuß
Donaueschingen und Tuttlingen	16,0
Tuttlingen und Friedingen	42,0
Friedingen und Sigmaringen	10,0
Sigmaringen und Scheer	24,0
Scheer und Landau	16,0
Landau und Riedlingen	16,8
Riedlingen und der Kanzachmündung	9,3
der Kanzachmündung und Zwiefaltendorf	10,0

In der Strecke zwischen	Pariser Fuß
Zwiefaltendorf und Rechtenstein	6,7
Rechtenstein und Obermarchthal	11,1
Obermarchthal und der Lautermündung	25,7
der Lautermündung und Schmiechenmündung . .	7,6
der Schmiechenmündung und der Illermündung .	12,2
der Illermündung bei Ulm und der Brenz . . .	15,3
der Brenzmündung und Donauwörth	8,4

Verwandelt man die schwäbische Reisestunde (= 14111 Pariser Fuß) in deütsche Meilen, so findet sich, daß in der ersten der oben genannten Strecken, zwischen Donaueschingen und Tuttlingen, das Donau-Bette während einer deütschen Meile 26,9 Pariser Fuß fällt. Überhaupt zeigt aber die vorstehende Nachweisung, daß die Neigung dieses Strombettes in dem Raume zwischen Donaueschingen und Donauwörth sehr verschieden vertheilt ist. Zwischen Donauwörth und der Mündung der Altmühl, oberhalb Regensburg, finde ich die Neigung des Donau-Bettes, zum Theil nach eigenen Messungen, 13,7 Pariser Fuß für eine deütsche Meile, mithin fast um die Hälfte kleiner als in dem obern Theil von Donaueschingen bis Tuttlingen.

Das Bette des Elbe-Stroms fällt, nach Kunze's und eigenen Messungen, innerhalb einer deütschen Meile

In der Strecke zwischen	Pariser Fuß
der böhmisch-sächsischen Gränze und Dresden . .	5,2
Dresden und Meißen	8,1
Meißen und der sächsisch-preüßischen Gränze . .	7,5
der sächsisch-preüßischen Gränze und Wittenberg .	3,1

Ziemlich zuverlässige Bestimmungen besitzen wir von einzelnen Theilen des Rheins und von einigen seiner Zuflüsse. Über den obern Theil des Mittelrheins, nachdem der Strom bei Schaffhausen ꝛc. mit dem letzten Katarakt, der in ihm vorkommt, seinen obern Lauf verlassen hat, und mit seiner Krümmung bei Basel nun in den mittlern eingetreten ist, haben uns in Beziehung auf die Neigung des Strombettes die fleißigen Zusammenstellungen guter Höhenmessungen durch von Oeynhausen und von Dechen unterrichtet. Es geht daraus hervor, daß der Fall des Rheinbettes zwischen Basel und Straßburg ungefähr 8,7 Pariser Fuß auf die Stunde beträgt, und von Straßburg bis Mainz etwa 4,3 Fuß. Weiter unterhalb besitzen wir genaue geometrische Nivellements von Wiebeking, aus denen erhellet, daß der Rhein von der Ahrmündung bei

Unkel bis nach Mühlheim, gleich unterhalb Köln, eine Neigung von beiläufig 3½ Fuß auf die Stunde hat.

Vom Neckar sind wir nicht minder zuverlässig unterrichtet. Nach Schüblers Bestimmungen beträgt seine ganze Länge 74,29 schwäbische Reisestunden und die Neigung seines Bettes 1875 Fuß, was im Durchschnitt 25,2 Fuß auf die Stunde beträgt. Aber diese Neigung ist sehr ungleich vertheilt: in den ersten fünf Stunden des Neckar-Laufs beträgt sie 89 Fuß, in den letzten fünf Stunden von Heidelberg bis Mannheim 3,4 Fuß auf die Stunde Weges; die mittlere Neigung findet sich auf der Strecke zwischen Sulz und Eßlingen. Fassen wir, — sagt Schübler, dem wir eine sehr vollständige Bearbeitung dieses Zweiges der Hydrographie von Würtemberg verdanken, — die Verhältnisse des Falls dieser (würtembergischen) Flüsse in einen Überblick, so ist ihr Fall im Allgemeinen in der Nähe ihres Ursprunges am größten, und wird geringer, je mehr sie sich den tiefern Gegenden nähern, wobei sich jedoch von diesem allgemeinen Gesetz im Einzelnen viele Ausnahmen zeigen. Die Streichungsverhältnisse der Gebirgsarten und der Wechsel der Formationen, in welchen die Flüsse ihr Bette eingefurcht haben, hat hierauf oft einen sehr bemerkbaren Einfluß; ihr Fall ist im Allgemeinen am stärksten, wenn die Richtung ihres Laufes die Formationen quer durchbricht und mit der Richtung des Streichens der ganzen Gebirgskette mehr einen rechten Winkel bildet, wie dieses viele Flüsse am Abhang der Alp und des Schwarzwaldes zeigen; er ist im Allgemeinen geringer, wenn die Richtung des Flusses mehr mit dem Streichen des Gebirgs parallel wird, wie bei der Donau und zum Theil bei der Blau und Brenz. Selbst bei demselben Fluß bemerkt man oft diese wechselnden Verhältnisse beim Eintritt von einer Formation in die andere; so vermindert sich der Fall der Enz auffallend schnell zwischen Pforzheim und Dürrmenz, wo sie aus dem bunten Sandstein in den Muschelkalk tritt. Manche Nebenflüsse zeigen von dem oben erwähnten Gesetze des geringern Falles in den tiefern Gegenden die Ausnahme, daß ihr Fall wieder zunimmt, wie sie sich mehr der Einmündung in das Hauptthal nähern: dieses zeigen so die Nagold bei ihrem Einfluß in die Enz, die Ammer beim Einfluß in den Neckar, die Blau und Lauter bei ihrem Einfluß in die Donau.

Diese Mittheilung über den Fall der Fluß- und Strombetten ließe sich durch andere Beispiele noch vermehren, doch begnügen wir uns mit dem des Amazonen-Stroms, um dessen ungefähre Neigung nach den Angaben von La Condamine zu vergleichen. Wo dieser mächtige Strom bei den Engen von Jaen de Bramarcos (Tomependa) seinen Oberlauf verläßt,

und nun in die ungeheüere Ebene eintritt, in welcher er seinen mittleren und unteren Lauf zurücklegt, erhebt sich sein Bette etwa 1400 Fuß über den Meeresspiegel; und erinnern wir uns dabei, daß er von da an einen Lauf von fast dreißig Parallelgraden in der Äquatorialzone, also reichlich vierhundert vierzig deütsche Meilen lang, zurücklegt, so kommen etwa $3_{,0}$ Fuß auf die Meile, eine der geringsten Neigungen eines durch seine Länge so ausgezeichneten Strombettes im mittleren Laufe, von der wir Kunde haben.

Allein außer der Neigung der Strombetten im Mittellaufe dürfen wir die Gestaltung derselben, nach wagerechter und senkrechter Richtung, nicht übersehen. Während in dem Oberlauf der Ströme theils die Festigkeit und Enge des Thalgrundes ihnen nicht gestattet, von dem durch Spaltung des Felsens vorgeschriebenen geradlinigen oder eckig gebogenen Laufe abzuweichen, und während auch in den Wirkungen der Hochthäler die Schnelligkeit des Falles der Ströme sie nöthigt, dem kürzesten Wege zu folgen, finden wir dagegen in dem Mittellaufe, wo der Strom volle Freiheit hat, in einem breiten Bette länger zu verweilen, sehr haüfig die Richtung seines Laufs von der geradlinigen abweichen; wir sehen hier das Strombette manchfache Krümmungen annehmen, welche im aufgeschwemmten Thalboden, den der Fluß sich allmälig durch eigene und durch seiner Nebenflüsse Thätigkeit erzeügt hat, eine gefällige, zugerundete Gestalt erlangen; so daß, wie Hr. Ritter ausdrücklich bemerkt, der geschlängelte Lauf, die Mäanderform der Ströme, zur Karakter-Gestalt dieser Entwickelungsstufe wird.

Unter den neüern Geographen hat wol Niemand diese interessante Eigenthümlichkeit der Ströme vollständiger beleüchtet, als Rennell in seiner wichtigen Arbeit über den Ganges. Es erhellet daraus, daß dieselbe entweder eine Folge der Unebenheit oder der verschiedenen Lockerheit des Bodens sei, welche entweder präexistirend, oder oft durch Zufälligkeiten neü hervorgerufen sein kann. Findet z. B. ein Strom, der bisher rasch in geradliniger Richtung floß, nachdem die Schnelligkeit seines Laufes sich vermindert hat, eine Erhebung des Bodens in seinem Wege, so wird sein Stoß von ihr allmälig zur Seite geleitet; er greift hier seinen Uferrand an und schreitet so lange darin vor, ihn zu benagen, bis seine Fortschritte durch das bedeütendere Ansteigen und die Festigkeit desselben gehemmt werden; nun wird er auf die entgegengesetzte Seite geworfen, und hier auf's Neüe so fortschreitend, wirft ihn endlich der Widerstand, den er erfährt, auf die entgegengesetzte Seite, und da dieses ganz all-

mälig geschieht, so wird die Biegung, die er nun bildet, eine abgerundete Hufeisengestalt erhalten; da indeß die Wirkung, wodurch sie erzeügt wurde, immer fortdauert, der Fluß durch Aufhaüfen der Trümmer, die er losreißt, seinem Bette beständig eine neüe Gestalt giebt, so wird eine stete Änderung in der Lage dieser Windungen seines Laufes Statt finden; die großen Krümmungen werden oft abgeschnitten werden, indem sich ihre Endungen durch fortgesetztes Arbeiten des Stromes entgegenkommen, und so werden Inseln, Sandbänke, Werder, Auen ꝛc. gebildet werden, welche den größeren Strömen im Binnenlande einen von dem zuvor geschilderten völlig abweichenden Karakter geben; endlich werden die Krümmungen immer mehr zunehmen, je mehr sich der Strom seinem unteren Lauf in der Nähe des Meeres anschließt. Diese Ansicht wird durch Beobachtungen der Natur so völlig bestätigt, daß es eine zuerst von Buffon angeführte und später oft wiederholte Regel der Reisenden ist, welche unbekannte Länder durchwandern, von der Haüfigkeit und Stärke der Krümmungen an Flüssen auf ihre größere oder geringere Entfernung vom Meere zu schließen.

Der Form, welche das Flußbett des mittleren Laufes in seiner vertikalen Dimension erhält, ist bereits oben nach A. von Humboldt's Ansichten, die sich vorzugsweise auf die amerikanischen Flüsse beziehen, Erwähnung geschehen; es bleibt uns hier noch übrig, der Erfahrungen zu gedenken, welche Rennell darüber gesammelt hat. Wenn das Wasser sich gradlinig frei zwischen Uferrändern bewegt, die seinem Andrange gleich viel Widerstand entgegensetzen, so ist das Profil des Flußbettes das einer elliptisch zugerundeten Furche, welche hinreicht, die Wassermenge zu fassen, von der sie ausgearbeitet worden ist; die Abhänge beider Seiten derselben haben gleiche Neigung und der tiefste Theil des Ganzen, von welchem auch der größte Stoß des fließenden Wassers ausgeht, wird die Stromrinne genannt. Weicht dagegen der Lauf eines Stromes von der geradlinigen Richtung ab, so wird auch das Profil desselben eine andere Gestalt erhalten; die Stromrinne desselben wird nach derjenigen Seite hinübergehen, wo der stärkste Andrang des Gewässers Statt findet, und also bei den Krümmungen der Ströme nach der Seite, auf welcher der Strom bei Serpentinenbildung vorschreitet; das Profil wird dadurch die Gestalt eines stumpfwinkeligen Dreiecks erhalten, dessen am steilsten geneigte Seite der konkaven Theile des Ufers am nächsten liegt, der konvexe Theil der Krümmung wird sanft geneigt unter den Strom einschießen und fortwährend seichter werden, je weiter der Angriff gegenüber vorschreitet, sein trockenes Land wird mehr und mehr sich vergrößern, be-

sonders auf der dem Strom abgewendeten Seite, wie das so schön aus der Ansicht von Rennell's Karten hervorgeht.

Nächst den Krümmungen und dem eigenthümlich ausgearbeiteten Durchschnitt des Flußbettes interessirt uns im mittleren Laufe der Ströme noch ein anderes Phänomen; wir finden hier nämlich nicht selten die Eigenschaft des stufenförmigen Aufsteigens wieder, die wir oben bei den Thälern der Alpen kennen gelernt haben. Hier im Mittellaufe tritt sie aber nach der wagerechten Ausdehnung in großartigeren, nach senkrechter Richtung in kleineren Formen auf, sonst aber ist sie ganz von denselben Veränderungen in der Gestalt der Thalränder begleitet, eine Folge von Erweiterungen und Zusammenschnürungen, erstere den Boden von weitlaüfigen Binnensee'n bildend, letztere die Stellen bezeichnend, an welchen die Dämme durchbrochen sind, welche einst diese See'n gestaut hielten. So hat der Rhein einst, das läßt sich durch die Beschaffenheit seines Bodens erweisen, einen ausgedehnten See zwischen Basel und Bingen gebildet; das Bette der Donau ist eine Reihe von See'n, die sich nach und nach durch Gebirgszerspaltung in einander ausgeleert haben; bei Passau, bei Neüburg, oberhalb Wien, bei Presburg, oberhalb Ofen und Orschowa erkennen wir die Hauptstationen der Zusammenziehung ihrer Thalränder; so war auch einst Böhmen zum großen Theil ein Binnensee, bevor die Elbe den Ausgang durch das Erzgebirge fand; so stand das Dresdener Thal unter Wasser, ehe der Bergwall bei Meißen aus einander gerissen wurde; — Erscheinungen, die sich von noch vielen andern Flüssen und Strömen mit Leichtigkeit nachweisen lassen. Aber die größere Kraft des Gewässers in dieser Entwickelungsstufe hat den sehr großen Unterschied verwischt und mehr oder minder ausgeglichen, welcher im obern Laufe der Ströme durch diese Beschaffenheit ihres Bettes erzeügt ward. Wasserfälle bilden die Ströme da, wo ihr Bette sich ausgebildet hat, nicht mehr; nur kleinere Stufen haben sie noch in den Trümmern der auf ihrem Boden zurückgebliebenen Felsenriffe zu überschreiten, es entstehen dadurch nur noch Strudel und sogenannte Stromschnellen; und mit dem letzten Schuß, den sein Wasser erleidet, tritt der Strom sehr haüfig auch schon in seinen untern Lauf ein. So hat die Donau ihre Strudel in der Gegend von Vilshofen, bei Neüburg und bei Orschowa; so der Rhein gleich unterhalb Bingen im sogenannten Binger Loch, das sonst von den Schiffern so sehr gefürchtet war, ferner bei St. Goar und in der Gegend von Andernach; so die Elbe zwischen Aussig und Tetschen, einen schwachen Schuß unterhalb Pirna, einen stärkern in der romantischen Felsenenge gleich unterhalb Meißen, und selbst noch bei Magdeburg, wo sie das letzte

Mal über Felsengrund fließt, zeigt sich diese Erscheinung. Die berühmten Katarakten, über welche der Nil durch Nubien fließt, und bei Syene nach Ägypten eintritt, sind, wie aus den Beobachtungen aller Reisenden hervorgeht, in der That nichts anderes, als Stromschnellen, die seinen Eintritt in den untern Theil seines Laufes andeüten. So ist es mit dem Rhone, der, nachdem er durch einen merkwürdigen Spalt unterhalb Genf seinen Oberlauf beschlossen hat, nun noch ein Mal unterhalb Lyon, bei Pierre encise, über Granitfelsen stürzt. Wo aber Flüsse ihr Bette sehr ausgearbeitet haben, da durchschneiden sie die Verengerungen desselben auch oft ohne einen stufenförmigen Absatz zu zeigen, weil sie diesen durch die Kraft ihres Elements schon weggewaschen haben; dieser Fall tritt, — um nur einige Beispiele aus Gegenden anzuführen, die dem Leser gelaüfig sind, — an der Weser in der Westfälischen Pforte ein, wo nur ein sehr niedriger Wasserstand noch zuweilen einen Absatz im Laufe des Flusses bewirkt; so zeigt es sich in den Felsenengen, welche das Saalthal durchschneidet, und in welchen umgekehrt nur bei sehr hohem Wasserstande der Fluß sich noch aufstaut; so mit den in kleinem Maaßstabe sehr schönen Engen, welche die Ausgänge der alten Seebecken der Unstrut bei Heldrungen und bei Memmleben bilden.

Das entgegengesetzte Phänomen nehmen wir in Stromgebieten wahr, welche noch in der Entwickelung begriffen sind, in denen die aneinanderhangenden Seereihen fortwährend mit Wasser erfüllt sind, weil die verbindenden Ströme noch nicht die erforderliche Kraft gewonnen haben, den Abfluß jener zu vermitteln. Das größte Beispiel dieses Phänomens giebt der St. Lorenzstrom mit den fünf an ihm hangenden See'n von Canada; von diesem Gebiete wissen wir, — und mit Recht macht Hr. Ritter besonders darauf merksam, — daß der Spiegel seiner See'n sich allmälig erniedrigt, so daß hier also die Bildung eines Stroms nach sehr großem Maaßstabe beobachtet werden kann. Ähnliche Beispiele geben in Eüropa der Ladoga-, Onega- und Seima-See, die obern Glieder des unentwickelten Stromgebietes der Newa; viele See'n in Schweden, unter welchen wir den Wener-See nennen, dem die Götha-Elf einen Ausweg durch die Stromschnellen bei Trollhätta bereitet.

Was indeß noch mehr oder minder unentwickelt in dem Streben des Wassers nach Ausgleichung der Ungleichheiten auf dem Wege in dem mittleren Laufe der Ströme noch vorkommen mag, das finden wir völlig verschwunden in der letzten ihrer Entwickelungsstufen, in ihrem unteren Lauf.

Der Unterlauf der Ströme, in welchem die Herrschaft des Meeres

beginnt, unterscheidet sich von der eben behandelten Mittelstufe zunächst durch eine noch mehr verringerte Neigung der Flußbetten, der nur noch sehr wenig fehlt, um zur Gleichförmigkeit des Meeresspiegels zu gelangen. Während im mittleren Lauf der Ströme noch Uferränder vorhanden waren, die in der Entfernung das Gebiet beschränken, finden wir dagegen hier in den allermeisten Fällen eine ununterbrochene Ebene ohne begleitende Uferränder; das Ganze, ein Werk des Stromes, ist noch fortwährend ein Schauplatz seiner Veränderungen; und indem hier die Individualität des Stromes verloren geht, hört er auf, ein einfaches Rinnsal, den tiefsten Punkt der ihm früher von der Natur angewiesenen Furche zu bilden; er gabelt und verästelt sich manchfach, und ununterbrochen gehen, wenn er sich selbst überlassen ist, Änderungen in der Zahl seiner Zweige und in ihrem gegenseitigen Verhältniß vor. So ist das allgemeine Bild eines Stromes in diesem Zustande der vollkommenste Gegensatz gegen den Zustand seines Beginnens in der ersten Entwickelungsstufe.

Wie gering die Neigung der Flußbetten im unteren Lauf sei, geht aus den wenigen Angaben hervor, die uns von bedeütenderen Strömen zu Gebote stehen; und fast scheint es, daß, je beträchtlicher der Strom, um so geringer auch gegen das Ende, wo er selbst schon mit einem Meere süßen Wassers verglichen werden kann, sein Fall sei. So berichtet z. B. Adanson, daß der Senegal von Podor 45 deütsche Meilen oberhalb seiner Mündung nur $2^1/_2$ Fuß Fall habe, was mithin auf die Meile $0{,}_{05}$ Fuß Neigung giebt. La Condamine fand bei seiner Reise auf dem Amazonenstrom, daß der Fall desselben von Fort-Pauxis, wo zuerst die Fluth anfängt, bemerkbar zu werden, bis zum Meere, auf eine Entfernung von wenigstens 150 deütsche Meilen, nur $10^1/_2$ Fuß betragen könne, also etwa $0{,}_{07}$ Fuß auf die Meile, ein Abhang, auf dem das Wasser sich wol schwerlich würde fortbewegen können, wäre nicht der Druck der stets von oben nachrückenden Wassermasse die vorzüglichste Ursache seiner Bewegung. So ist es auch bei der Oder, denn durch das schöne geodätische Nivellement, welches die preüßischen Generalstabs-Offiziere, Major Baeyer und Ingenieur-Geograph Bertram, im Sommer 1835 zwischen Swinemünde und Berlin ausgeführt haben, ist es erwiesen worden, daß der Nullpunkt des Pegels bei Oderberg, 14 deütsche Meilen vom Haff, $0{,}_{48}$ pariser Fuß unter dem Spiegel der Ostsee, oder nur $2{,}_{95}$ Fuß über dem Nullpunkt des Pegels bei Swinemünde liegt. Von der Elbe wissen wir durch Seydewitz, daß sie bei Boizenburg, ungefähr 25 Meilen oberhalb der Mündung und noch einige Meilen oberhalb des

Punktes, wo der eigentliche untere Lauf beginnt, nur noch 9 Fuß über der Nordsee liegt (bei Hamburg 15 Meilen oberhalb kaum noch 6 Fuß); dies giebt einen mittleren Fall von $0,_{36}$ Fuß auf die Meile. Beim Rhein dagegen finden wir nach den genauen Nivellements von Krayenhoff, daß er von Emmerich an eine Neigung hat, welche volle 2 Fuß auf die Meile beträgt. So zeigen also diese numerischen Verhältnisse die Individualität der Ströme.

Karakteristischer und mehr in die Augen springend ist das Streben der Ströme, in ihrem untern Laufe sich zu verzweigen und einen von dem übrigen Festlande getrennten, zwischen den äußersten Armen des Stromes eingeschlossenen, eigenthümlichen Landstrich zu bilden, den man, nach dem von A. von Humboldt und Ritter wieder allgemein eingeführten Sprachgebrauch, das Delta-Land des Stromes zu nennen pflegt. —

Die Ursachen dieser Verzweigungen der Ströme in ihren Mündungsgegenden sind leicht zu übersehen. Den ersten Anlaß dazu giebt die verminderte Neigung des Bodens gegen das Meer und das Zurücktreten der Uferränder in einer Meeresbucht; der Strom, welcher auf diese Weise immer mehr und mehr in eine weite Ebene sich ausbreiten kann, und dessen Wassermasse sich nach den Jahreszeiten mehrt oder mindert, wirkt in diesem Zustande verschiedenartig auf die verschiedenen Theile des Bodens, die er bedeckt; der Druck seiner nachrückenden Wassermasse, welche eine Menge von Bruchstücken aus den höheren Theilen des Flußgebietes mit sich herabführt, wird, wenn nur sehr geringe Unebenheiten im Boden vorkommen, keineswegs auf alle Theile desselben immer gleichartig wirken, es werden sich an den tieferen Stellen desselben Flußrinnen bilden, und an den flächeren (höheren) Theilen des Bodens werden die langsamer fließenden Wasser die Stoffe besonders reichlich absetzen, welche sie vermöge ihres geringen Gefälles nicht mehr weiter mit fortzuführen vermögen. So wird, wenn der Wasserspiegel sinkt, sich in der Mündung des Stromes eine Insel über dem Wasser hervorragend zeigen, und die Richtung des Stromes wird von dieser zusammengeschwemmten Masse nun abgelenkt werden; der Strom sieht sich zur Seite geschoben, er muß sich den Rändern der Ebene nähern und in zwei gabelförmig getrennten Armen ins Meer fließen, die, indem sie ihre Betten sich auswühlen, immer mehr und mehr die Gestalt von selbstständigen Strömen erhalten, und nun, zuletzt vielleicht auch bei hohem Wasserstande, nicht mehr im Stande sind, die Oberfläche der neu gebildeten Insel zu bedecken. Während indeß der Strom von der Insel getrennt mit größerer Lebhaftigkeit an ihren Ufern vorüberströmt, wird er plötzlich seine vorige Ruhe erlangen,

sobald er an ihr vorüber ist; er wird nun auf beiden Seiten, wohin der Stoß des fließenden Wassers am wenigsten wirkt, die mitgeführten Stoffe aufhaüfen und sich auf diese Weise allmälig begleitende Uferränder bilden, die seine Mündung ins Meer zu durchlaufen hat; je schwächer der Fall wird, desto mehr schwächt sich der Druck der in Bewegung seienden Wassermasse; der Fluß kann nicht mehr vorwärts, und er wird nun selbst in seiner Mündung ermattend die Stoffe zurücklassen, die er bisher noch vor sich herstieß, er wird Flußriegel, Sandbänke, Barren bilden, die er zwar zuweilen noch wieder zerstößt, aber zuletzt doch nicht mehr wegzuschaffen im Stande ist. Dieser Stillstand in der Bewegung an seinem Ende aber wird die oberen Wasser in ihrem Laufe hemmen und aufstauen, und sie werden sich nun oberhalb irgendwo zur Seite einen Ausweg bahnen. Die früher gebildeten Dämme übersteigend, bilden sich die Wasser oberhalb ein neües Rinnsal, und an der Stelle der erstern Gabelung sehen wir nun eine doppelte, eine dreifache, vierfache rc. entstehen, in deren Rinnen der Fluß, bei seiner fortwährenden Bildungsthätigkeit, bald durch die eine, bald durch die andere seinen Abzug nimmt. Es ist übrigens sehr natürlich, daß diese Vorgänge mehr oder minder vollkommen Statt finden müssen, je nachdem die Bedingungen, von welchen sie abhangen, ihrem Hervorrufen günstig sind. Ströme, deren Wasserstand regelmäßig wechselt, und anhaltend bedeütend höher als zu andern Zeiten ist, in welchen also die Arbeit jedes Zustandes vollkommner ausgeführt werden kann; Ströme ferner, die an einer flachen sandigen Küste münden, deren Bestandtheile leicht wegzuführen sind, und deren Ablagerungen schnell sichtbar werden, weil es nur geringerer Dauer bedarf, um Land bis an die Oberfläche des Wassers zu erheben, und endlich Ströme, die sich in Binnen-Meere ergießen, bei welchen die Beunruhigungen des Wassers an ihrer Mündung nicht so groß sind, um ihre Werke zu zerstören, müssen mithin unter allen am Vollkommensten zur Bildung eines regelmäßigen Delta geeignet sein. Nirgendwo mögen die genannten Bedingungen günstiger zusammentreffen, als bei dem Nil, dessen Delta wir daher nach den hauptsächlichsten Grundzügen in seiner Ausbildung sowol, als nach seinem gegenwärtigen Zustande zu verfolgen für besonders geeignet halten. Dieses Delta-Land ist unter allen bekannten eines der symmetrischesten und vollkommensten; es bildet noch heüte ein fast vollständiges Dreieck, dessen Spitze landeinwärts etwa 24 deütsche Meilen vom Meere liegt, während die Basis an der Küste ungefähr 22 Meilen lang ist und sein Flächeninhalt (nach Girard) 382 deütsche Geviertmeilen (2100000 Hectaren) beträgt.

Der Nil, nachdem er mit den Katarakten von Syene den karakteristischen Theil seines mittlern Laufs durch Nubien beendigt hat, fließt, indem er nun Ägypten betritt, mit sehr wenigen Ausnahmen mehr als 100 deütsche Meilen lang in einem ungemein einförmig gebildeten Thale, dessen Boden der einzige jetzt noch anbaufähige Theil dieses Landes ist. Gegen O. und W. wird dieses Thal von zwei sehr gleichartig gebildeten Bergketten begleitet, welche nur wenige hundert Fuß hoch, mehr oder minder steil abfallend, auf ihrer Höhe ein dürres, von aller Vegetation entblöstes und nur mit beweglichem Sande bedecktes Plateau bilden; in W. die Fläche der libyschen Kette, deren wenig geneigter westlicher Abhang unmittelbar in die Sahara hinabführt; in O. die arabische Kette, die das Nilthal von der ihm parallel laufenden Schlucht des arabischen Meerbusens scheidet, und in welcher mehrere tiefe Querspalten, welche sich deütlich als alte Flußbetten documentiren, als Verbindungswege von einem Thale zum andern durchsetzen. Die einander zugekehrten Abfälle beider treten nur in Ober-Ägypten noch zwei Mal, bei dem sogenannten Djebel Selseleh (1/4 Stunde lang) (wo Steinbrüche für Theben, in denen Girard eine kolossale Sphynx seit Jahrtausenden zum Einschiffen bereit liegen sah) und beim Gibeleyn in Felsenengen zusammen, welche (sechs und zwanzig Meilen unterhalb Syene) nur Raum für den durchtretenden Strom lassen; dann aber entfernen sie sich und geben dem zwischenliegenden Thalboden eine regelmäßige mittlere Breite von etwa zwei Stunden Weges. Da die arabische Bergkette immer mit steil abgerissenen Rändern erscheint, die libysche dagegen mit einer sanften Böschung aufsteigt, so hält sich die Hauptstromrinne des Nils immer hart an dem rechten Thalrande; bis an den Fuß der gegenüberliegenden Berge aber erstrecken sich die mit ihm verbundenen Kanäle, und der wagerechte Boden zwischen beiden, der ganz aus den Schlammabsätzen seiner Überschwemmungen gebildet ist, erhebt sich im Mittel, ohne alle Unterbrechung durch Hügel oder andere Hervorragungen, als: künstliche Deiche, Schutthügel u. s. w., nur 27 Fuß über den niedrigen Wasserstand. So dauert dieses Verhältniß gleichförmig bis an die Gränze von Unter-Ägypten bei Cairo fort, hier endlich weichen die Bergketten schnell auseinander, die libysche wendet sich, von dem letzten Vorsprunge, welcher die Pyramiden von Gizeh trägt, schnell unter einem Winkel von etwa 50° gegen N.W., die arabische aber biegt unter einem rechten Winkel gegen O. ab, und so entsteht zwischen beiden eine weit gegen das Meer geöffnete Bucht, in einem Winkel von ungefähr 140° schließend, und begränzt, nächst den Bergketten, von dem Sande, der sich aus der libyschen Wüste herabstürzt, auf

der einen, und von der Kiesfläche der Wüste, die den Eintritt in die Landenge von Suez bildet, auf der andern Seite. Diese ganze Gestaltung des Bodens beweist es, daß wir hier einen tiefen und schmalen ursprünglichen Meerbusen vor uns sehen, ähnlich dem arabischen Meere, das ihm in geringer Entfernung parallel geht. Zuerst wurde der tief landeindringende Fiord dieses Busens ausgefüllt, und noch jährlich wird er durch die Nilüberschwemmungen in einen Süßwassersee verwandelt; als aber die Mündung des Stroms bis in die Gegend von Cairo vorgerückt war, konnte die weite flache Bucht nun sein Delta-Land aufnehmen; der Strom warf in die Mitte derselben seine jährlichen Anschwemmungen, und so entstand hier, wie noch Herodot es beschreibt, ein ausgedehntes Sumpfland, welches erst mit Sesostris Zeiten so weit erhöht war, daß man es umwallen, oder eindeichen und urbar machen konnte; die Gabelung des Nils lag in jener Zeit drei Stunden mehr aufwärts als jetzt, zwei Stunden von Cairo, und die beiden Hauptarme des Stromes, welche dem Delta zur Einfassung dienten, mündeten an den Rändern der Wüste bei Pelusium, und an der Gränze der äußersten Felsenspitze von Afrika zu Canopus, wo das heütige Abukir liegt. Zwischen ihnen verzweigten sich die minder bedeütenden Mündungen in verschiedenen Zeiträumen auf die manchfaltigste Weise; sie schoben das Land zwiefach konvex heraus, sehr lange aber erhielt sich das Hauptverhältniß der Mündungen, bis sie endlich ermatteten und sich Wege mehr im Innern des Delta-Landes zu suchen genöthigt waren. Der Punkt der Gabelung rückte um drei Stunden hinab, an den Punkt, wo er heüte liegt, bei dem alten Kerkosura, an einen Ort, welcher jetzt Kuhbauch (ventre de la vache) genannt wird; die canopische Mündung verstopfte sich, und ihr Ausfluß warf sich ins Innere dahin, wo das heütige Rosette steht; eben so ermüdete der pelusische Arm, der Hauptstrom warf sich in einen früher gegrabenen Kanal, der bei Damiette vorüberfließt; und das nun enger gewordene Delta wird gegenwärtig von diesen beiden Hauptströmen eingefaßt, die älteren Mündungen aber dienen nur als Bewässerungsgräben, und erinnern allein zur Zeit der Überschwemmungen noch an ihre vormalige Beschaffenheit. Während indeß Rosette und Damiette noch im eilften Jahrhundert am Meere lagen, sind sie jetzt schon wenigstens zwei Stunden davon entfernt; und während ihre Ströme ihre Mündungen noch sichtlich immer weiter heraustreiben, so daß sie zu vorspringenden Hörnern der Küste geworden sind, hat dagegen das Meer an den Punkten, wo sich die älteren Mündungen zurückzogen, bedeütende Eingriffe gemacht und große, zum Theil von Salzwasser gebildete Lagunen erzeügt,

so den ausgedehnten See Menzaleh an der pelusischen Mündung, den von Abukir an der canopischen, und ein gleiches Schicksal bedroht schon lange die Enden der heütigen Mündungen, bei welchen nur künstliche Hülfsmittel den gegenwärtigen Zustand noch erhalten, eben so wie oberhalb die Spitze des Delta sich wieder (durch den Kanal von Menuf) um etwa vier Stunden zu verkürzen droht und sich auch schon mehrmals verkürzt hat, als man genöthigt war, die Deiche zu öffnen, welche die natürliche Entwickelung des Stromes aufhalten.

Diese merkwürdige Ausfüllung einer ursprünglichen Meeresbucht ist aber, wie die neüern Untersuchungen erweisen, keineswegs die einzige Arbeit, welche der Nil auf seinem Wege zum Meere unternommen hat, denn wir kennen ein altes Thalbette, das schon weit oberhalb Cairo seinen Lauf nach N.W. abgelenkt und ihm eine Richtung in die libysche Wüste gegeben hat, angefüllt mit Schutt von ägyptischen Gebirgsarten und oben mit Sand zugedeckt, der fortwährend von der benachbarten Höhe herabgeweht wird, jetzt der Fluß ohne Wasser genannt. Mit ihm parallel geht sehr nahe das Thal, in welchem die Natronsee'n liegen, das erst 1799 durch Andreossy wieder entdeckt worden ist. Vielleicht mußten diese Ableitungs-Kanäle in der Urzeit erst vollgefüllt werden, bevor der Nil sein gegenwärtiges Delta sich bilden konnte. —

Was wir hier etwas ausführlicher darzustellen versucht haben, zeigt sich im untern Laufe vieler anderer Ströme, nach den Zeügnissen zuverlässiger Beobachter, völlig in ähnlicher Art; die Donau hat ihr Delta, bevor sie das Schwarze Meer erreicht, und ergießt sich in sieben bedeütendere Mündungen gespalten. Der Ganges hat ein Delta, das, nach Rennell, reichlich doppelt so groß als das Delta des Nils ist, er spaltet sich zuerst schon in 45 deütschen Meilen Entfernung vom Meere, und die Basis des Dreiecks, welches er ins Meer hineingeschüttet hat, ist reichlich 45 deütsche Meilen lang; hier liegt ein Landstrich (so groß als ganz Wales), der aus einem Gewebe von dicht bewaldeten Inseln, Lagunen und Flüssen besteht, die noch fortwährend ihre Gestalt und gegenseitige Lage verändern. Rennell sah hier acht beträchtlichere Mündungen, deren jede nach einander einmal zu ihrer Zeit die Hauptmündung war; die westlichste derselben, der Hugly, ist jetzt die einzige schiffbare (an ihr liegt Calcutta), und nicht ohne Mühe und großen Aufwand wehrt man dem Strome, sie zu verlassen und sich einen andern Haupt-Kanal für den Abfluß zu suchen. Rennell beschreibt sehr schön, wie in diesem Lande fortwährend neüe Inseln sich bilden, und wie die Ströme ihnen ausweichend, den benachbarten Ufern nur rauben, was sie dem Lande in ihrer

Mitte ersetzen; oft reicht ein, in der Mitte des Wassers stecken gebliebener Baumstamm oder ein gesunkenes Boot hin, eine Sandbank zu erzeügen, die in wenigen Jahren aus dem Wasser hervorschaut, und nachdem sie zur Zeit der Fluthen mit fruchtbarem Schlamm bedeckt ward, nun bald sich mit Baümen besetzt oder gleich ihren Nachbarn cultivirt wird. So bildeten sich oft in wenigen Jahren Inseln, die vier bis fünf geogr. Meilen Länge hatten. Die Arbeit des Stromes wird noch dadurch begünstigt, daß nahe seiner Mündung mit ihm sich der mächtige Brahmaputra verbindet, der, wie wir erst durch Rennell erfuhren, dem Ganges an Größe vollkommen gleich ist, und der mit ihm zusammen eine Wassermenge abführt, die zur Zeit der Überschwemmungen vielleicht selbst unter den Riesenströmen der Neüen Welt ihres Gleichen nicht hat. — Auch hier bestätigt Rennell die Erscheinung, die wir am Delta des Nil gesehen, die stete Verkürzung seiner Spitze; er zeigt, wie die oberste Theilung des Flusses in eilf Jahren, so lange er sie beobachtete, ³/₄ einer geographischen Meile herabgerückt war, und bemerkt dabei ausdrücklich, daß während gleichzeitig die Basis fortdauernd ins Meer greift, der Angriff an der Spitze im gewöhnlichen Verhältniß eine geographische Meile in zwölf Jahren beträgt.

Unter den uns näher liegenden Strömen ist unstreitig keiner durch eine so vollständige Delta-Bildung ausgezeichnet, als unser vaterländischer Rhein. Nachdem er, beständig an Größe sich mehrend, stets ein einfacher Strom geblieben ist, spaltet er sich endlich, noch 18 deütsche Meilen von der Nordsee entfernt, bei Pannerden unterhalb Emmerich. Doch auch erst seit hundert fünf und dreißig Jahren (seit 1701) liegt sein Trennungspunkt hier, früher befand er sich zwei Stunden weiter aufwärts, bei Schenkenschanz, wo man ihn lange zu erhalten bemüht war. Der gespaltene Rhein umfaßt die niederländischen Provinzen Gelderland, Utrecht, Holland (zwischen dem Zuyder-Zee und dem Meere) als sein Delta-Land; und wenn auch künstliche Mittel die Lage seiner Mündungen manchfach verändert haben, so sind doch die Grundzüge der Bildung denen vollkommen gleich, die wir am Nil und am Ganges bemerkt haben. Die aüßersten Arme, die er bildet, sind im Osten der Yssel, ein von den Römern gegrabener und später vom Strome erweiterter Kanal, der in den Zuyder-Zee mündet, und gegen Süden die Waal, die sich an ihrer Mündung mit der Maas und der Schelde verwickelt, deren Verhältnisse unter einander sich seit den letzten zweitausend Jahren manchfach geändert haben. Etwa in der Mitte zwischen beiden liegt der älteste Ausfluß, der den Namen des Rheins behalten hat, und bei Utrecht einen Arm in den

Zuyder=Zee giebt (den Vecht), selbst aber unterhalb Leyden ins Meer fällt (bei Kattwyk aan Zee). Indessen war dieser Arm stets so versandet, daß er zu fließen fast aufhörte, und daher rührt, wie Hr. von Hoff bemerkt, die gewöhnliche Sage, daß der mächtige, ehrwürdige Rhein sich im Sande Hollands verliere, welche doch nur von dem kleinsten Arme desselben galt; denn vor dreißig Jahren (1806) hat man durch einen Durchstich eine Art von Mündung wieder hergestellt, die Wassermasse aber, die ihm sonst vorzugsweise gehörte, nimmt der Leck auf, der seinen Namen wahrscheinlich von seinem Seitenausbruch trägt, welcher wahrscheinlich früher vorhanden, später zugedammt, dann aber durch einen Durchstich in einem Kriege der Römer mit den Batavern wieder geöffnet ward. — Es würde zu weit führen, alle diese Veränderungen und die, welche in der gegenseitigen Lage und Verbindung der genannten Mündungen mit der Zeit eingetreten sind, weiter auszuführen, indeß ist es wol wichtig, zu bemerken, daß auch der Zuyder=Zee als weit eingreifende Meeresbucht ihre gegenwärtige Gestalt erst dem Durchbrechen des Meeres bei wiederholten Sturmfluthen verdankt. —

Doch nicht immer enden Flüsse ihren untern Lauf durch ein Delta, wie die beschriebenen; wo die obengenannten Bedingungen der Bildung desselben nicht günstig sind, da stellen sich auch andere Formen im äußersten Theile dieser Entwickelungsstufe ein; so ist oft die Erweiterung eines Flusses an seinem Ende unausgefüllt geblieben, und der Strom endet nun in einer sich abwärts erweiternden Merresbucht, welche Playfair zuerst mit dem eigenthümlichen Namen eines negativen Delta bezeichnete. Offen gebliebene Raüme dieser Art verdanken ihre Erzeügung meistens den Wirkungen der aus dem Meere in die Mündung eintretenden Fluth; denn es leüchtet ein, daß, wenn der Strom ihrem Andrange gerade entgegengesetzt mündet, sie auf die Gestalt seiner Mündung kräftig einzuwirken vermöge. Die Fluth raümt fortwährend das Material aus, welches der Strom in die Mündung wirft und verhindert, indem sie dasselbe mit sich hinaus in das Meer führt, jede Inselbildung. Besonders schön zeigt sich u. a. dieses Verhältniß an der Mündung der Elbe, welche in der Gegend von Glückstadt so breit wird, daß die Schiffenden fortan nur ein Ufer im Gesicht behalten, dort aber drängt sich die Fluth in den Winkel, welchen die dänische Küste mit der norddeütschen macht, sehr beträchtlich zusammen, und steigt höher als sonst an der deütschen Küste; auch liegt die Mündung der Elbe genau in der Richtung, in welcher die Fluth sich auf's Land wirft, sie wirkt daher auch unvollkommener an der Mündung der Weser und Ems, wo beträchtlichere Verschlammungen die Meeresbucht

ausfüllen und ihre Gestalt ändern. Eben so deütlich, wie in der Elbe, zeigt sich die gleiche Erscheinung an der Mündung der Themse und Severn, am Firth bei Edinburgh, am Tejo bei Lissabon, in welchen die Fluth mit Heftigkeit einströmt, und an der Gironde unter Bordeaux, wo der biscaische Meerbusen, ähnlich wie die Form der Küste an der Elbe, zu wirken scheint. Nirgends indeß sieht man dies Verhältniß mehr im Großen, als an einigen Strömen im Norden der Erde, am Ob und Jenissei, am Lorenz-Strom ꝛc., und vielleicht wirkt hier, nächst dem Andrange der Fluth, noch der jährliche Aufbruch des Eises ein, der mit großer Gewalt auch schon in unsern Strömen Anschwemmungen von ansehnlicher Ausdehnung zu vernichten im Stande ist.

Noch eine andere Mündungsform, die der oben beschriebenen sehr ähnlich ist, zeigt sich bei manchen Strömen durch ihren Austritt in Lagunen, vor welchen ein mehr oder minder zusammenhängender, immer sehr schmaler Streif flachen Sand-Landes liegt. Zur Entstehung derselben können verschiedenartige Ursachen wirken. Wenn der Fluß ohne vorgängige ansehnliche Erweiterung seines Bettes sich ins Meer ergießt, so wirft er in geringer Entfernung von seiner Mündung einen Riegel auf, der durch den Andrang des Meeres erhöht wird; denn dieses rollt fortwährend seinen Sand auf ihn, und so erhebt sich endlich durch den gegenseitigen Druck über den Wasserspiegel ein schmaler Dünenstreif, der sich beständig vergrößert. Ist der Strom nicht sehr kräftig, so wird er zur Seite gelenkt, und seine Sandbank folgt der Richtung seiner Mündungen in ihrer Fortsetzung; auf diese Weise kann der Dünenstreif sich dann selbst auf einer Seite mit dem Festlande verbinden, während der Strom ihn fortbaut, bis für diesen nur noch so viel Raum übrig bleibt, um seine Wassermasse abfließen zu lassen; dann wird er in die neü gebildete ruhige Lagune fortwährend seinen Schlamm absetzen und sie auszufüllen streben. Diese Form kann aber auch erzeügt werden, wenn ein Strom, im flachen Lande sich ergießend, seine Mündung verstopft und wenn überdem an der Küste, wie es so haüfig der Fall ist, eine Reihe von Dünen liegt, höher als das rückwärts befindliche Land; dann wird die Hemmung an der Mündung den Strom rückwärts aufstauen, und, indem er über das benachbarte niedrige Land tritt, dieses in einen See verwandeln, der durch den vor ihm liegenden Damm an einzelnen tieferen Stellen seinen Abfluß nimmt. Beispiele dieser Erscheinung finden sich vorzugsweise an der südlichen Küste der Ostsee; hier münden fast alle bedeütenderen Flüsse in Lagunen [die sogenannten Haffe (Frische Haff, Kurische Haff, das Haff an der Oder), den Dünenstreif aber, der sie

schließt, heißt man die Nehrung]; sie sind offenbar ganz dasselbe, was an den Küsten des Adria-Meeres die Lagunen von Venedig, in der Mündung der Brenta, des Po, Etsch und unzähliger minder bedeütenden Ströme, welche durch die sandigen Streifen der sogenannten Lidi verschlossen sind. Nur mit Mühe verhindert man ihre Ausfüllung, und trotz aller Anstrengungen wird die Zeit vielleicht nicht mehr ferne sein, daß Venedig mit dem Festlande verbunden ist. Das gleiche Phänomen wiederholt sich auch in den Etangs der Küste von Languedoc, von den Mündungen des Rhone über Cette bis Perpignan; und eine jedesmalige Ansicht der Beschaffenheit des Bodens muß erweisen, ob der verschließende Streifen ein Werk der Überschwemmung oder des Anschwemmens sei.

Diese Bildung kann übrigens begreiflich nur da Statt finden, wo das Ende des Flußthales nicht in eine ursprüngliche Bucht sich erweitert, und wo Dünen erst auf Meeresgrund sich befestigen können; da wird zugleich vorausgesetzt, daß die Bewegung des Meeres nicht sehr gewaltsam und nicht sehr wechselnd sei; nur Meere ohne Ebbe und Fluth werden sie daher vorzugsweise begünstigen, denn wo diese mit einwirkt, da wird die sich bildende Dünenreihe zerrissen, und es bildet sich statt ihrer leicht eine Reihe von langgezogenen Inseln, die in einiger Entfernung die Küste saümen und gegen den Andrang der Wellen einen schützenden Damm bilden, ein Fall, der u. a. sehr deütlich an der norddeütschen Küste in der Inselreihe eintritt, die sich von Neuwerk über Wangeroge, Langeroge u. s. w. an den Mündungen der Weser, der Ems und des Zuyder-Zee vorüber, bis zum Texel erstreckt, und in welcher einzelne Inseln noch fortwährend von den Wellen zerrissen oder auch wol wieder verbunden werden.

Dieselben Erscheinungen, welche im untern Laufe der Ströme vorkommen, sobald sie sich dem Meere nähern, werden auch da wahrgenommen, wo die Ströme Nebenflüsse in sich aufnehmen. Ist der Hauptfluß hinlänglich groß und besitzt er nur einen verhältnißmäßig geringen Fall, der den Nebenfluß nicht mit Gewalt an sich zu reißen vermag, so verhält er sich gegen den letzteren wie das Meer gegen seine Flüsse überhaupt; diese gabeln und verästeln sich und bilden vor ihrer Vereinigung förmliche Delta's, die besonders zur Zeit hohen Wasserstandes begonnen und zur Periode des niedern Standes vollkommen ausgebildet werden. Da dieser Fall besonders in Amerika vorkommt, wo die Ströme vorzugsweise wahren Meerbusen süßen Wassers gleichen, so ist er besonders von A. von Humboldt hervorgehoben und specieller betrachtet worden. Er sah dergleichen Zufluß-Delta's, die zur Zeit der Überschwemmungen nur einen

einzigen Wasserspiegel bildeten, an der Einmündung des Rio Apure und des Rio Arauca in den Orinoco; ferner am Rio Branco, wo er sich in den Rio Negro ergießt, und am Jupura, einem Nebenflusse des Amazonen-Stromes. An dem zuletzt genannten wies Hr. von Humboldt auch einen merkwürdigen Fall von der Veränderlichkeit in den Armen des Delta nach, die wir früher als karakteristisch für den untern Lauf der Ströme betrachtet und bereits beim Nil und beim Ganges erlaütert haben; so wie dort das Meer in die Zweige des Deltarandes eingedrungen war, aus welchen sich die Flußmündungen zurückgezogen hatten, so hier der das Meer vertretende Hauptstrom; dadurch aber ist ein etwas verschiedenes Verhältniß entstanden: der Hauptstrom giebt dort dem Nebenstrome mehrere Arme, die in ihn hineinfließen, und nun wieder mit demselben vereinigt in den Hauptstrom zurückkehren, ein Fall also, wo der Hauptstrom dem Nebenstrom Wasser giebt, bevor er etwas von ihm empfangen hat. Hr. von Humboldt hat diese Merkwürdigkeit mit einer sehr lehrreichen Betrachtung über die Art der Verästelung der Flußbetten überhaupt verbunden, welche, von derselben oben entwickelten Ursache herrührend, dennoch in so verschiedenartigen Formen auftreten. Theilt sich nämlich ein Strom im Innern des Landes, entfernter vom Meere, in zwei Äste, so, sagt er, ist es der gewöhnliche Fall, daß der abgesonderte Zweig nach einiger Zeit wieder zum Hauptfluß zurückkehre, und dann kann es sehr oft nur eine der gewöhnlichen Inselbildungen in Strömen sein, deren wir schon bei der Bildung der Serpentinen erwähnt haben. Erlaubt dagegen die Gestalt der Oberfläche des Landes eine weitere Entfernung des neü entstandenen Zweiges, so kann es geschehen, daß er endlich nicht wieder zu seinem Hauptstrome zurückkehrt, in welchem Falle er sich entweder in ein benachbartes Stromgebiet ergießt und das Phänomen der Bifurkation bildet, oder er endet selbstständig neben den andern Mündungen des Stromes im Meere (oder in seinem Hauptfluß) und bildet ein Delta. —

So ist also die Delta-Bildung ein in der Entwickelung der Ströme nicht vereinzelt auftretendes Phänomen; es ist unmittelbar von denselben Ursachen abhangig, von welchen die merkwürdige Bifurkation der Ströme hervorgebracht wird, was um so mehr noch an dieser Erscheinung hervorgehoben zu werden verdient, weil sehr haüfig eine Ausbreitung der Ströme zur Delta-Bildung und zur Bifurkation in der Nähe der Küsten führt. Zwei an Mächtigkeit wenig verschiedene Ströme begegnen sich hier oft in der Anstrengung, mit welcher sie gegen das Meer ankämpfen, um ihm durch Vorrücken ihrer Delta-Bildungen immer mehr Land abzugewinnen,

und dann entsteht durch gemeinsame Arbeit ein großes Gebiet, das rein unter dem Einfluß der beherrschenden Zwillingsströme liegt, ein sogenanntes Mesopotamien oder Zwischenflußland. Beispiele davon finden sich gar haüfig in Asien: so der Euphrat und Tigris, das eigentlich sogenannte Mesopotamien bildend, die sich gegenwärtig ganz in ihrem untern Laufe bei Basra verbinden, lange vorher schon verbunden durch ihre Fluthen zur Zeit der Überschwemmung; so der Ganges und Brahmaputra, welche, wie Rennell es wahrscheinlich gemacht hat, einst ihre Hauptarme zusammenwarfen und dadurch ein ungeheüres Bette aushöhlten; so die beiden mächtigen Riesenströme von China, der Hoang-Ho und der Yang tse Kiang, welche in dem fruchtbarsten Theil des Landes fließen, der den übrigen Gegenden desselben seine Produkte zur Nahrung bietet, und dessen Unterordnung unter die Flüsse sowol durch die großen Überschwemmungen kund wird, welche sich zuweilen bis in die Gegend von Peking erstrecken, als auch durch die leichten Kanalverbindungen, die unter allen bekannten muthmaßlich die größten der Welt sind. — In Eüropa, Afrika und Amerika ist diese Erscheinung der Zwillingsströme bei weitem weniger vollkommen ausgebildet; der Rhein und die Maas geben in unserer Nähe vielleicht noch das beste Beispiel, Dnieper und Bug (weniger Pruth und Donau), recht schön aber auch das aus unzähligen Delta-Verwickelungen mehrerer Ströme, des Po und der Etsch, der Brenta ꝛc. gebildete und noch fortwährend mehr und mehr dem Meere abgewonnene Vorland der venetianischen Küste. In Amerika giebt von diesem Phänomen unstreitig der Rio de la Plata, bei dem jedoch ein negatives Delta die Vereinigung zweier mächtigen Ströme aufnimmt, das großartigste Beispiel.

Sechs und zwanzigstes Kapitel.

Beschaffenheit des Flußwassers. Einige Abweichungen von der allgemeinen Natur des Flußwassers: Salzbäche. Das Flußwasser ist chemisch reiner als das Wasser der Quellen, auf mechanischem Wege aber durch eine große Menge darin schwebend erhaltener Stoffe verunreinigt. Die Erfahrungen, welche man in dieser Beziehung gemacht hat, bieten für die Geologie wichtige Thatsachen dar.

Indem wir anjetzt zur Betrachtung des Körpers übergehen, der sich in den Flußbetten bewegt, werden wir zunächst die Beschaffenheit des Flußwassers in's Auge zu fassen haben, wo sich sogleich die Thatsache zeigt, daß es viel kürzer zu karakterisiren sein wird, als das gleiche Verhältniß bei dem Wasser der Quellen.

Während wir das Quellwasser oft sehr reichlich erfüllt fanden mit den Bestandtheilen der Gebirgsarten, durch deren Risse es an die Oberfläche tritt, und diese Erfüllung im Zustand der chemischen Lösung wahrnahmen, hat das Flußwasser seiner Seits während des Abfließens manchfache Gelegenheit, sich der Stoffe zu entledigen, die es mit den Quellen empfängt. Der kohlensaure Kalk, den so viele der nicht einmal vorzugsweise sogenannten Mineralquellen führen, geht durch längere Berührung des Wassers an der Oberfläche mit der Luft schon verloren, und er scheint viele, gewiß die meisten der anderen mit aufgelösten erdigen Stoffe vielleicht nur mechanisch mit niederzuschlagen, da die Flüsse, sobald sie die Natur der fließenden Quellen (als Gebirgsbäche) verloren haben, sich ausbreiten und nun in nahe Berührung mit der Atmosphäre treten. Dann werden die Salze, welche in den meisten Quellen, wenn auch nur in sehr geringer Quantität, vorkommen, auf mechanischem Wege theils von den Erdmassen, die der Fluß bei seinem Vorüberströmen berührt, mit fortgerissen, theils an ihnen abgesetzt, wozu endlich noch kommt, daß die große Vermehrung süßen Wassers, welche die meisten Flüsse in ihrem Laufe unmittelbar durch den Regen von ihren Uferrändern empfangen,

diese Lösungen ungemein verdünnt. Deshalb ist das Flußwasser chemisch viel reiner als das Quellwasser, eine Eigenschaft, die besonders von dem Wasser der Themse, der Garonne, der Newa und des Indus gerühmt wird, und die sich muthmaßlich da am vollkommensten zeigt, wo Flüsse, wie es in den Alpen sehr oft der Fall ist, weite Seebecken, in denen sie ihre Bestandtheile absetzen können, durchschneiden, bevor sie ihren mittleren Lauf beginnen.

Wie keine Regel ohne Ausnahme ist, so giebt es auch Flußbetten, in denen statt süßen salziges Wasser fließt. So fanden Pallas und spätere Reisende in den Steppenländern im Kaspi-See mehrere Bäche, die mit Kochsalz mehr oder minder geschwängert waren, indem sie aus Salzquellen entstanden, deren es hier so viele giebt. Einer dieser Bäche, von den Russen Solänka, von den Kalmüken Muchor-Gaschow-Sala (d. h. der kurze Salzgrund) genannt, fließt über ziemlich festen Sandboden, und sein Wasser ist so salzig, daß man es nicht genießen kann; Bittersalz scheint es jedoch nicht zu enthalten; er fällt in die Achtuba. In den Salzsee Elton ergießen sich mehrere Salzbäche: am westlichen Ende schlängelt sich ziemlich weit aus der Steppe her ein starker, klarer, rinnender Salzbach. Weiter nördlich findet man einen steilen Grund mit unterbrochenen, tiefen, schilfreichen und nur wenig gesalzenen Pfützen, durch welchen nur im Frühling eine Strömung ist, und dem man den kalmükischen Namen Ulan-sacha giebt. Über diesen hinaus, und schon in die nördliche Seite des Sees, kommt ein breiter, aber träger Salzstrom unter dem kalmükischen Namen Chara-sacha zum See; er fließt von Nordwesten her und soll über vier deütsche Meilen vom See entspringen. Gleich neben diesem Salzbach nimmt der See noch einen stark rinnenden kleinen Salzbach auf, welchen die Russen Gremätscha (den rauschenden) nennen. Die meisten dieser Bäche und die Quellen in der Nähe haben einen bedeütenden Grad von Salzgehalt, und die im ersten Bach rinnende Soole ist gar nicht weit vom Sättigungspunkt entfernt. Fälle dieser Art finden sich in allen Gegenden der Erde, wo der Boden auf Steinsalz ruht und das atmosphärische Wasser während seines Durchgangs durch die Erde einen Theil desselben auflöst, um nun als Salzwasser wieder an die Oberfläche zu treten. An der Küste der Barbarei fallen salzreiche Flüsse in's Meer, und in Chili soll ein Salzfluß so stark mit dem Minerale geschwängert sein, daß seine Ufer davon ganz weiß erscheinen.

Aber nicht immer ist das Wasser der Bäche salzig, wenn sie auch in einem salzhaltigen Bette fließen: so erwähnt Pallas des in einer weiten, steilen Kluft zur Achtuba rinnenden Baches Baluchta, der auf salzigem

Boden fließt, dessen Wasser aber dennoch trinkbar ist. In dem Flusse der kleinen Kukal bei Peterfalva in der siebenbürgischen Gespannschaft Alba steht, in der Mitte seines Laufs, eine Salzfelsenspitze unter Wasser, die den Fluß bei trocknen Zeiten, wenn das Wasser klein ist, daher auch eine geringe Geschwindigkeit hat, auf eine mäßige Entfernung merklich salzt, welche Salzigkeit aber, wenn der Fluß auch nur mittelmäßig groß ist, schon nicht mehr verspürt wird. Fichtel, von dem diese Beobachtung herrührt, fügt hinzu: Es scheint übrigens nicht leicht begreiflich zu sein, wie sowol hier in Peterfalva, wo ein süßes Wasser den Salzstock immerfort deckt, als auch an andern Orten, wo süße Bäche das Salz an den Ufern sichtbar waschen, noch unaufgelöstes Salz vorhanden sein könne. Allein nicht nur, daß das Salz mehrentheils mit etwas Erde an solchen Orten verschlemmt ist, so setzt auch das Wasser an das hier und da ganz entblöste Salz eine schleimige Materie ab, welche der weiteren Auflösung widerstehen muß; wie ich denn auch wirklich an Bächen, die Salz an ihren Ufern haben, keine Salzigkeit auf der Zunge verspüren konnte, indem sie nur denjenigen Bächen eigen ist, und auf eine mäßige Entfernung eigen bleibt, die schon gesalzen entspringen und ihr Salz aus der Erde mitbringen.

In Pennsylvanien giebt es mehrere Erdölquellen, von denen eine so reichlich fließt, daß ein ganzer Fluß daraus entsteht, den man deshalb Oil Creek (Öl-Bach) nennt. Das Wasser des Kerka in Dalmatien führt im Oberlauf eine Menge Kalkerde mit sich, welche es absetzt, und ist daher zu Steinverhärtungen und Inkrustationen sehr geneigt. Der sauren Flüsse ist bereits in einem frühern Kapitel Erwähnung geschehen.

Aber alle diese Erscheinungen sind nur auf kleine Raüme beschränkt und unbedeütende Ausnahmen von der Regel, der zu Folge das Flußwasser chemisch reiner als das Quellwasser, und daher, — wie bereits im neünzehnten Kapitel weiter ausgeführt wurde, — weicher als dieses ist.

Wenn hierin ein wesentlicher Unterschied zwischen beiden Arten von Wasser besteht, so findet sich ein anderer in dem mechanischen Princip. Das Quellwasser tritt klar und nur mit aufgelösten Substanzen beladen aus dem Innern der Erdrinde an ihre Oberfläche, das Flußwasser dagegen ist mehr oder minder durch eine große Menge Stoffe verunreinigt, welche es von seinen Uferrändern losreißt, und so lange schwebend mit sich fortführt, als die Neigung des Bettes und die Geschwindigkeit des Wassers im Stande sind, sie dem Einfluß der Schwere zu entziehen, der sie senkrecht zu Boden treibt.

Diese Stoffe sind sowol in Beziehung auf ihre aüßere Gestalt, als

ihre innere Zusammensetzung verschiedener Natur. Indem aber die meisten dem Mineralreich angehören, nennt man sie Geschiebe oder Rollkiesel, wenn die Gebirgsart, von der sie losgerissen worden sind, noch deütlich unterschieden werden kann, und ihr Durchmesser verhältnißmäßig bedeütend ist, ihre Anhaüfung Gerölle oder Schotter; sind sie dagegen kleiner, so heißt ihre Anhaüfung Grand oder Kies; noch kleiner erscheinen sie als Sand, und am feinsten zerkleinert Erde; ist diese aber mit verfaulten vegetabilischen und animalischen Körpern gemengt, so werden sie Schlamm genannt, der in den Mündungen der Flüsse, wenn er mit Meerwasser gemischt eine eigenthümliche Beschaffenheit annimmt, als Schlick auftritt.

In der Art, wie diese Körper nach den angedeüteten Verschiedenheiten in dem Wasser der Flüsse vertheilt sind, und wie sie den Boden zusammensetzen, welchen die Wassermasse durchfurcht, zeigt sich bei allen Flüssen eine große Gleichförmigkeit.

Als wilder Gebirgsbach hat der Strom ein großes Gefälle und daher am Boden sowol als an der Oberfläche des Wassers eine große Geschwindigkeit, mithin auch eine verhältnißmäßig geringe Wassermenge. Das Material des Stromschlauchs, sagt Funk, besteht aus großen Felsstücken, welche die abnagende und beschleünigende Kraft des Wassers von den Ufern losreißt, aus dem Grundbette loswühlt und wälzend fortschiebt. Mehrere Gebirgs- und Sturzbäche vereinigen sich nach und nach und vergrößern die Wassermenge. Diese und die damit gepaarte Kraft werden nun fähiger, das Grundbette zu vertiefen, besonders aber die Ufer zu erweitern, und die mit sich führenden Stoffe abzuschleifen und unter einander abzureiben. Durch dieses Aneinanderreiben wird aber das Material zerstückelt, es verliert die scharfen Kanten, wird abgerundet und nach und nach fähiger, sich weiter und weiter fortzubewegen, wenn auch der Abhang und die Geschwindigkeit geringer werden. Bei der Vereinigung mehrerer Bäche und Flüsse, wo die Wassermenge natürlich zunimmt, nimmt aber gewöhnlich die Neigung des Wasserspiegels und des Bodens merklich, die Geschwindigkeit aber unmerklich und stufenweise ab; obgleich es Fälle giebt, wo dieses nicht zutrifft. Die Stoffe, welche ein Fluß oder Sturzbach in seinem Grundbette abschleift und reibt, werden nach und nach immer kleiner, theils dadurch, daß sie sich in Alluvionen anlegen und daselbst vom Wasser abgerieben, theils, weil sie durch den langen Transport im höckerigen Grundbette abgeschliffen werden. Besonders aber erleidet das Material eine Abreibung durch die Eisgänge, welche bis auf den Grund wirken und dasselbe nöthigen, sich mit in Bewegung zu setzen. So, und auf ähnliche Art, werden nach und nach

große Felsstücke zu runden Pflastersteinen, zu kleinen Kieseln, zu Grand, Sand, Erde und Staub zermalmt 2c.

So einfach und naturgemäß diese Ansicht von dem Entstehen des Materials, welches die Flüsse mit sich führen, auch ist, so hat es doch nicht an Schriftstellern älterer und neüerer Zeit gefehlt, welche sie zurückgewiesen und den Flüssen die Fähigkeit abgesprochen haben, ihre Kraft auf die angedeütete Weise zu aüßern. Wiebeking aber, von manchfacher Erfahrung geleitet, hat es zur Evidenz erhoben, daß die Thatsachen, auf welche sich die Gegner dieser Ansicht stützen, in der That nur als Ausnahme von der Regel betrachtet werden dürfen, durch den Umstand herbeigeführt, daß Flüsse zuweilen bei außerordentlichen Veranlassungen mehr Material in ihre Betten werfen können, als sie zu zerkleinern und weiter zu führen im Stande sind. Er zeigte, daß wenn die Kiesel in den Flußbetten unzersetzt liegen bleiben sollten, längst alle Flüsse und ihre angränzenden Landstriche See'n und Sümpfe sein würden. Wie sehr auch die Größe der Kiesel, welche ein Fluß führt, stets mit der Stärke seines Falles übereinstimmt, weist Wiebeking an den baierischen Flüssen nach, die den Nordrand der Alpen verlassend, in die baierische Hochebene eintreten. Die Isar führt gröberes Material als der Lech, und ihre Kiesel werden in München als Baustein benützt; der Lech hat größere Kiesel als der Inn, und dieser wieder größere als die Donau; es steht aber das Gefälle der genannten Flüsse unter einander nahe in demselben Verhältnisse, wie diese Größen.

Schöner noch ist das Beispiel des Rheins, dessen Beschaffenheit Wiebeking aus eigener Erfahrung so vollkommen zu erlaütern im Stande war. Da, wo der Rhein mit seiner Krümmung bei Basel in das Gebiet seines mittlern Laufes tritt, ist sein Gefälle mehr als doppelt so groß als im untern Theile des großen, trocken gelegten Seebeckens, in dessen Mitte sich sein geschlängelter Lauf bis in die Gegend von Mainz erstreckt. Während er die Geschiebe aus den Alpen in dem großen Klärungshafen des Bodensees fallen ließ, bringt er nach Basel nur Gebirgsbrocken des Jura und von den Abhängen des Schwarzwaldes und läßt daselbst mächtige Geröllager zurück, die an Merian einen genauen Erforscher gefunden haben. Bei Straßburg und Mannheim aber sind die Geschiebe schon zu Grand gerieben, und bei Worms ist es bereits Sand, welcher, nach Wiebekings Zeügniß, immer feiner und feiner wird, je mehr man sich der Main-Mündung nähert. Der Main, welcher ein stärkeres Gefälle hat, bringt wieder Grand in den Rhein; und sobald der Strom unterhalb

Bingen in's Gebirgei trtt, stellen sich auch sogleich große Flußkiesel wieder ein, die der Hauptstrom zum Theil selbst von den Felsenufern losreißt, zum Theil aber, und zwar haüfig von seinen Nebenflüssen empfängt. Man kann bei diesen Kieseln an der Gebirgsart, der sie angehören, leicht erkennen, welcher von den Zuflüssen sie gebracht hat, und daraus ergiebt sich dann auch, daß der Rhein sie mitführt und zerkleinert. Alles was die Mosel, die Ahr und die Sieg als reißende Gebirgsströme bei hohen Fluthen mitbringen, ist grob und eckig und fällt an ihren Mündungen im Rheine zu Boden; bald indessen findet man dieselben Gesteine völlig zugerundet und klein auch im Bette des Rheins weit unterhalb der Mündungen jener Nebenflüsse: der Ahrkiesel ist z. B. bei Bonn schon viel kleiner und gefälliger geformt als bei Linz, und der Siegkiesel ist bei Mühlheim nicht mehr so eckig und unförmlich als an der Mündung der Sieg. Weit unterhalb bei Wesel führt der Strom nur noch Grand, und dort soll man noch ganz deütlich in ihm die Brocken vulkanischer Gebirgsarten unterscheiden können, welche aus der Eifel herabgefluthet werden. Bei Arnheim, Nymwegen und Gorinchem besteht das Material, welches der Rhein führt, nur noch aus Sand, und weiter unterhalb aus erdigem Schlamm, der die Mündung zu verstopfen strebt und den Inseln bei Rotterdam und Dortrecht beständig neües Land zuführt, das man entweder einzudeichen oder durch künstliche Vorrichtungen immer weiter in's Meer hinaus zu treiben bemüht ist.

Die Weser bietet ein anderes Beispiel dar: sie empfängt durch die Werra, Fulda, Diemel und eine große Anzahl kleiner Gebirgs- und Sturzbäche eine außerordentliche Menge Kiesel und Felsstücke; diese lagern sich zum Theil in der Nähe ihrer Einmündung in die Weser und werden von hohen Wasserfluthen und Eisgängen von da weiter getrieben. Bei Münden und Karlshafen trifft man noch eckige Felsstücke von fünf bis zehn Pfund, auch drei bis vier Zoll im Durchmesser enthaltende Kiesel mit Grand vermischt; bei Hameln und Rinteln zwei und drei Zoll im Durchmesser haltende und wie Hühnereier große Kiesel; bei Vlotho faustgroße Kiesel mit Steinen, so groß wie Hühnereier und Bohnen, und mit Grand vermischt. Bei Minden findet man ebenfalls viele Kiesel, die zum Pflastern geeignet sind, und auch hier mit Grand und eier- und bohnengroßen Steinen gemengt, die sich bei Schlüsselburg und Nienburg allmälig verlieren und bei Bremen, so wie bei Elsfleth zu feinem Sand zerrieben sind. Mehrere Untersuchungen, welche Funk über den Grand und die Flußsteine der Weser, in der Strecke zwischen der Mündung der Werre und Minden, anstellte, gaben das einstimmige Resultat, daß sie

aus abgerundeten rothen Sandsteinen vom Gebirge bei Karlshafen, Herstelle rc. bestanden.

Diese Erfahrungen von der Beschaffenheit der Massen, die das Flußwasser mechanisch verbunden mit sich führt, sind, abgesehen von dem Einfluß, den sie auf die Hydrotechnik haben, für die Geologie sehr wichtige Thatsachen, weil sie über das Entstehen vieler aus dem Wasser gebildeten Gebirgsarten Aufschluß zu geben im Stande sind. Wenn wir ein Gebirge untersuchen wollen und sehen an seinen Thalausgängen, welche Gesteine die Flüsse und Sturzbäche hervorgerollt haben, so können wir schon aus dieser Wahrnehmung auf das Gefüge des Gebirges schließen, — eine Betrachtung, der viele Entdeckungen ihren Ursprung verdanken. Flüsse, die ihren Lauf oft zu verändern genöthigt sind, können große Striche Landes, weit und breit an beiden Seiten ihrer gegenwärtigen Ufer, mit Geschieben und Sand überschütten; und oft, wenn sich, wie es am Fuße der größeren Gebirge zu geschehen pflegt, viele Flüsse darin Hülfe leisten, können mächtige Massen von Steintrümmern ganze Provinzen bedecken. Unter den mancherlei Schichten, welche abwechselnd die Erdrinde bilden, finden wir oft beträchtliche Massen, welche nur aus, durch spätere Austrocknung, verkitteten Brocken der Art bestehen, deren Gestalt sich so vollkommen der Form unserer Flußkiesel anschließt, daß wir, diese kennend, nicht zweifeln dürfen, sie seien auf ähnlichen Wegen entstanden. Dahin gehören alle Konglomerate, die Breccien, Sandsteine, Letten u. s. w. Die Untersuchung, welchen von den älteren Gebirgsarten diese Brocken angehören, kann uns einen Fingerzeig über ihre Heimath geben, aus der sie an den Ort geführt wurden, wo wir sie gegenwärtig antreffen; und ist das ältere Gestein, von dem sie Bruchstücke sind, jetzt bedeckt, oder durch gänzliche Zerstörung von der Oberfläche verschwunden, so wird uns die zu- oder abnehmende Größe der Brocken, ihre Eckigkeit oder Abrundung, nach den an unsern Flüssen einmal erkannten Gesetzen, Aufschluß zu geben vermögen, welchen Gang die alten Fluthen genommen haben, und wie in früheren Perioden Erdreich, Festland und Wasser, Berge und Thäler vertheilt waren.

Sieben und zwanzigstes Kapitel.

Von der Bewegung des Wassers in den Flußbetten. Kohäsion und Adhäsion des Wassers. Gestalt des fließenden Wasserspiegels. Geschwindigkeit der Ströme unter verschiedenen Zuständen. Bildung von Sandbänken und Inseln.

Indem wir uns anjetzt zum Phänomen der Bewegung des Wassers in Flußbetten wenden, und zunächst nach der Ursache dieser Bewegung forschen, die, wie wir gesehen haben, eine so wichtige Rolle im Haushalt der Natur spielt, so scheint sie sehr einfach und leicht zu ermitteln. Allgemein sind wir gewohnt, und gewiß auch mit Recht, die Bewegung des Wassers dem Einfluß der Schwere oder der sogenannten Fallthätigkeit zuzuschreiben.

Steht ein Wasserspiegel horizontal, so wird die Schwere, welche senkrecht auf ihn wirkt, ihn überall gleichartig afficiren, sie wird das gegenseitige Verhältniß der Theilchen zu einander nicht zu ändern vermögen; Alles wird in Ruhe bleiben, oder die Wassermasse wird, wie wir zu sagen pflegen, im Gleichgewicht sein; neigen wir dagegen diesen Spiegel, so wird der Zustand sich ändern, die unteren Theile werden die Last der obern zu tragen haben, die Kraft der Schwere wird einen über den andern herdrücken, und sie werden streben müssen, das gestörte Gleichgewicht wieder herzustellen; von der geneigten Ebene herabfallend, werden sie sich in der Tiefe zusammendrängen, bis der wagerechte Stand wieder erreicht werden kann, und das ist, wenn wir nur flüchtig vergleichen, der Zustand des Wassers in unseren Flüssen im Allgemeinen. Die Flußbetten sind mehr oder minder geneigte Ebenen, welche mit Wasser bedeckt werden, und das Meer an ihrem untern Ende ist der wagerechte Spiegel, wo das Wasser sein Gleichgewicht wieder erhält. Stets von oben her ersetzt, wenn es herab fällt, und im Meere stets dasselbe wagerechte Niveau in derselben Höhe findend, wird dieses Streben nach Gleichgewicht

ununterbrochen von dem Wasser verfolgt werden, und dieses unausgesetzte Fallen der unaufhörlich erneüerten Wassertheile gegen die immer sich gleichförmig erhaltende wagerechte Tiefe ist es, welche wir das Fließen des Wassers nennen, durch welchen die Ströme sich vor allen übrigen Wassermassen auf der Oberfläche der Erde auszeichnen.

Suchen wir indeß die Gesetze auf, nach welchen das Fließen des Wassers in den Strömen sich richtet, die Geschwindigkeit, welche es bei gegebener Höhe und Neigung erhält, die Form, welche die flüssige Masse annehmen muß, während sie sich im Flußbette ergießt, so können wir, rein der theoretischen Betrachtung folgend, hier kein natürlicheres Anhalten finden, als in den aus der Mechanik bekannten Gesetzen des Falles für einen Körper, der seines freien Falles, durch die ungehemmte Einwirkung der Schwere beraubt, auf die schiefe Ebene herabzugleiten genöthigt ist. Ohne uns in spezielle Untersuchungen einzulassen, wird es sich sehr leicht durch eine ganz einfache Betrachtung ergeben, ob diese Gesetze, wie es doch aus dem rein theoretischen Standpunkte durchaus nothwendig scheint, in der That auch von der Natur hier befolgt werden oder nicht.

Die Gesetze des Falles auf der schiefen Ebene haben das mit denen des freien Falles (da sie ja beide aus einerlei Grundursachen herrühren) gemein, daß der Körper, der ihnen folgt, vom Beginn bis zum Ende des Falls eine mehr und mehr beschleünigte Bewegung erhält. Während beim freien Fall die Progression nach dem Verhältniß der ungraden Zahlen fortgeht, ist sie auf der schiefen Ebene zwar bedeütend geringer, indeß doch immer noch so ansehnlich, daß z. B. bei einem Neigungswinkel = 1° der fallende Körper nach 10 Stunden Fall schon eine Schnelligkeit von 18720 Fuß erreicht haben würde; daß aber eine so ungeheüere Schnelligkeit bei fließenden Wassern in Flußbetten nie vorkommt, ist eine bekannte Thatsache; und eben so geht es schon aus dem Gesagten hervor, daß die mittlere Geschwindigkeit der Ströme keinesweges während der Dauer ihres Falles beschleünigt wird, sondern daß sie vielmehr von den obern nach den untern Gegenden mehr und mehr abnimmt, da es doch der Theorie nach gerade umgekehrt sein müßte.

Zahlreiche Beobachtungen ergeben überhaupt, daß die mittlere Geschwindigkeit der Ströme, während ihrer Bahn durch ihren Mittellauf, den wir hier als den selbstständigsten betrachten können, sich ziemlich gleichförmig verhält, und daß wir sie zu etwa 3 bis 4 Fuß in einer Sekunde annehmen dürfen. So fand z. B. Wiebeking am Rhein bei Erfelden, während seines Laufes durch das Darmstädtische bei mittlerem

Wasserstande, durch sieben sorgfältige Beobachtungen an der Oberfläche, die Schnelligkeit zwischen $3,_{1}$ und $4,_{4}$ Fuß wechselnd; in einem andern Fall zwischen $2,_{3}$ und $3,_{4}$ Fuß; ferner geht aus den von ihm mitgetheilten höchst sorgfältig angestellten Beobachtungen von Brünings hervor, daß am Niederrhein, gleich oberhalb der Gabeltheilung die Schnelligkeit im Mittel an verschiedenen Stellen von $3,_{6}$ bis $4,_{5}$ Fuß betrug; in der Gegend des Siebengebirges bei Honneff war sie $4,_{7}$ bis $3,_{28}$ Fuß, und nur bei ungewöhnlicher Aufregung in der Stromschnelle von Bingen, wo also eine sehr ansehnliche Schnelligkeit (lokal) Statt findet, fand sie Wiebeking bis zu 11 Fuß in der Sekunde ansteigend. Sehr ähnlich sind auch die Resultate, welche wir von den Messungen anderer Ströme besitzen; so soll nach Rennell der Ganges bei seinem mittleren Stande eine Schnelligkeit von etwa $4,_{7}$ Fuß in der Sekunde besitzen; der Nil nach zwei Messungen von Girard fließt in Mittel-Aegypten zur Zeit seines niedrigen Standes bei Manfalout mit $1,_{84}$ Fuß, weiter oberhalb, bei Syout aber mit $3,_{72}$ Fuß Schnelligkeit; beim Amazonenfluß fand sie Smith in der Strecke zwischen den Mündungen des Ucavali und des Rio Negro, im Mittel aus sehr vielen Messungen, ungefähr 5 Fuß in der Sekunde; nach deu Beobachtungen von Henry, die auch Jackson mittheilt, beträgt diese Größe in der Newa bei Petersburg $3,_{08}$ Fuß.

Wir sehen also schon hieraus, daß die Gesetze des fließenden Wassers in Strömen sich nicht im Entferntesten nach denen des Falles auf der schiefen Ebene richten, und eine genauere Untersuchung zeigt der Anomalien, die von einzelnen Umständen herrühren, in diesem Verhältnisse noch mehr; oft, so geht es aus Wiebekings Angaben hervor, fließen Ströme schneller auf wenig geneigtem Boden als auf abhängigem; zuweilen selbst zeigt sich der Fall, daß sie sich noch auf wagerechtem Boden bewegen; und daß selbst auf ansteigendem Grunde entgegengesetztes Fließen Statt finden könne, werden wir ebenfalls noch näher kennen lernen; es frägt sich nur, welcher Art sind die Umstände, welche diese Abweichungen der Theorie von der Erfahrung veranlassen, und in wie weit etwa lassen sie sich unter allgemeine Gesichtspunkte bringen?

Wiebeking, welchem wir hier vorzugsweise folgen, betrachtet diese Abweichungen zunächst als hervorgebracht von der eigenthümlichen Beschaffenheit der Wassermasse selbst, die in manchfacher Beziehung von einem festen frei auf einer Ebene herabgleitenden Körper sehr verschieden ist. Am Wasser unterscheidet er zwei eng mit einander verbundene Eigenschaften, welche den größten Einfluß auf die Art seiner Bewegung ausüben, er nennt sie die Kohäsion der Wasser-Theilchen unter sich, und

die Adhäsion derselben, oder das Anhangungsvermögen an den Körper, mit dem sie in Berührung kommen. Die zuerst genannte Eigenschaft giebt sich auffallend an einer Erscheinung kund, welche allgemein bekannt ist, an der Schwierigkeit, mit welcher zwei Wasserstrahlen, die sich verbinden, sich nach ihrer Verbindung mit einander vermischen. Oft wenn ein von Regengüssen angeschwellter, mit Sand und Schlamm beladener Nebenfluß sich in seinen Hauptfluß ergießt, bemerkt man noch lange sein von den Bestandtheilen auffallend gefärbtes Wasser in diesem gesondert sich fortsetzen. Bei Mainz, wo der Main in den Rhein fällt, soll man das Wasser beider Ströme noch Stunden lang wol von einander zu unterscheiden vermögen; bei Passau erkennt man das Gebirgswasser des Inn noch ½ Stunde lang, unterhalb sehr deütlich in der Donau; da wo der Rio Negro sein dunkelfarbiges Wasser in den weißlich gefärbten Amazonenstrom ergießt, unterscheidet man nach La Condamine seinen Streifen im letzteren noch 15 Seemeilen weit; wo der Rhone, ein trüber Gebirgsstrom, in den Genfer See tritt, kann man den Streif seines Wassers noch stundenlang in ihm verfolgen, und es ist bekannt, daß deshalb von ihm wol die Sage herrscht, der Rhone fließe hindurch, ohne etwas vom Seewasser mit sich zu nehmen. Wo dagegen der Rhone nun abgeklärt bei Genf wieder austritt, da ergießt sich die reißende Arve in ihn, und lange Zeit fließen beide Ströme neben einander, ohne daß der erstere getrübt wird. Die Adhäsion oder das Anhangungsvermögen des Wassers ist eben so unleügbar; sie folgt aus unzähligen Erscheinungen, welche beweisen, daß das Wasser die Körper, mit welchen es in Berührung tritt, nur ungerne verläßt, und repräsentirt auf der Stufe des Flüssigen das, was bei festen Körpern als Reibung erscheint. Beide Eigenschaften natürlich müssen aber dahin wirken, den Fall des Wassers zu verzögern; die Kohäsion der Theilchen muß durch den Einfluß der Schwere stets gestört werden, um Theilchen von Theilchen zu trennen, wenn gleich die nachrückende Wassermasse die Trennung stets verhindert, es wird indeß ein Theil der Schwerewirkung dadurch gebrochen werden. Noch stärker aber wird der Widerstand durch die Adhäsion sein, sie wird in jedem Augenblicke das fortrollende Wasser zurückhalten; und wirkte die Schwere nicht überall gleichförmig ein, so würde statt der beschleünigten Bewegung eine retardirte Statt finden, ja das bewegte Wasser müßte zuletzt still stehen. Dieses beständige Verzögern und Unterbrechen der Fallthätigkeit wird begreiflich um so größer sein, je mehr die Unebenheiten des Bettes dem Wasser Anhaltepunkte darbieten, und je mehr es über einen Boden fließt, welcher es durch Ansaugen fester hält, wie

z. B. der Thon, Schlammboden u. s. w. im Verhältniß gegen Sandboden, Felsen ꝛc.

Diese zusammenhaltende und anhaltende Kraft veranlaßt beim fliessenden Wasser noch eine große Menge anderer Erscheinungen. Ein Druck, der auf einzelne Theile des Wasserspiegels ausgeübt wird, theilt sich durch sie auch den übrigen mit und veranlaßt sie, der Bewegung zu folgen, die durch ihn bewirkt wird. Da wo das Bette des Stromes am tiefsten ist, haüft das Wasser sich am mächtigsten an, und dort wird daher auch der Einfluß der Schwere auf die fallende Wassermasse am kräftigsten, zugleich werden hier der Theile, die durch Adhäsion fest gehalten werden, am wenigsten sein. Hier tragen einander die größten Wasserlasten, und wenn zwar der Druck immerwährend durch die Kraft des Zusammenhalts ihrer Theilchen gebrochen und gehemmt wird, so muß sich doch hier vorzugsweise die stärkste Bewegung, der mächtigste Andrang zur Herstellung des Gleichgewichtes zeigen. Es bildet sich also ein ausgezeichnet fließender Streifen im Strom, der dem tiefsten Theile des Bettes, der Stromrinne folgt und die Strombahn genannt wird. Dieser Streifen bewegt sich aber nicht etwa isolirt und gleitet an dem Wasser der Ufer vorüber, sondern er nöthigt vermöge der Kohäsion das übrige Wasser, ihm zu folgen; stets etwas voreilend zieht oder schlürft er es gleichsam an sich, und reißt es mit sich fort; und es bilden sich daher einzelne Streifen in ihm, die von den Rändern immer schräg nach der Strombahn zu abfließen, und welche Wiebeking und andere Hydrotechniker Stromfäden nennen. Es gestaltet sich dadurch eine Unterordnung des Wassers an den Ufern unter das Wasser der Strombahn, und die letztere, welche die Geschwindigkeit, Neigung und Richtung der fließenden Wassermasse bestimmt, wird dadurch gleichsam des Stromes Pulsader. Immer erscheint daher auch, unter gewöhnlichen Verhältnissen der Oberfläche, der Strom an der Stelle der Strombahn vertieft; an den Rändern ist Fall nach der Mitte, wenn die Vertheilung des fließenden Wassers symmetrisch ist, und während die Adhäsionskraft das Wasser dort immer zurückzuhalten strebt, reißt es die Kohäsion dagegen stets mit sich in die Tiefe fort.

Wiebeking hat die Wahrheit dieser letztern Erscheinung durch eine Reihe von Messungen unmittelbar nachgewiesen; er hat gezeigt, daß der Rhein bei Düsseldorf an seinen Rändern 2 bis 4 Zoll höher steht, als im Stromstrich; eben so geht es auch aus seinen Beobachtungen hervor, daß die Größe der Vertiefung mit der Geschwindigkeit des Stromstrichs zunimmt (bei 5,9 Fuß Geschwindigkeit, Tiefe 4 Zoll; bei 3,1 Fuß Ge-

schwindigkeit 1 Zoll 8¼ Linien); in den Stromschnellen von Bingen beträgt sie daher bei 11 Fuß Geschwindigkeit ungefähr 1 Fuß; und gewiß ist sie auch bei Durchlaßwehren, Mühlgerinnen u. s. w. deütlich wahrnehmbar, obwol die meisten Lehrbücher über diesen Gegenstand das Gegentheil sagen. So finden wir namentlich bei Buffon, und nach ihm in allen bedeütenderen Darstellungen dieses Gegenstandes durch spätere Schriftsteller u. a.: bei Bergmann, Kant, Otto, Parrot 2c. die Bemerkung: der Durchschnitt der Oberfläche eines Stromes habe eine konvexe Gestalt, und zuerst beruft sich Buffon auf ein ihm von dem Ingenieur Hypeau mitgetheiltes Nivellement des Aveiron, wonach dieser Strom in seiner Bahn bis 3 Fuß über seinem Niveau an den Rändern gefunden ward; man hat sogar versucht, dieß Verhältniß allgemein dadurch zu erklären, daß das Wasser an seinen Ufern nicht so schnell wieder ersetzt werde, als die Strombahn es an sich reißt, und daher sinken müsse; indeß muß ja gerade der Widerstand, den das Wasser der Ränder der an sich reißenden Strombahn leistet, dazu dienen, es anzustauen; und da das Wasser der Mitte ungestört abfließt, so muß dasselbe sich fortwährend mehr senken, daher der Durchschnitt konkav werden. Nichts desto weniger giebt Wiebeking zu, und Funk's Beobachtungen in der Weser stimmen darin mit ihm überein, daß ein konvexer Durchschnitt bei Flüssen allerdings vorkommen könne; derselbe ist aber dann blos die Folge einer lokalen anomalen Eigenschaft des Flußbettes; war dieses nämlich erst weit und zugerundet im Durchschnitt, und zieht sich plötzlich eng und trichterförmig nach unten zusammen, so ist das darauf fallende Wasser genöthigt, sich zu erheben und zusammenzuziehen, um hindurchzukommen; es wird nun am meisten in der Strombahn gehoben werden, wo ihm wegen mangelnder Adhäsion an den Seitenwänden des Bettes der geringste Widerstand entgegen steht, und so muß durch stetes Auftreiben der Querdurchschnitt konvex werden.

In diesem Falle, bemerkt Wiebeking ausdrücklich, giebt sich aber auch die verschiedene Gestalt der Oberfläche sogleich durch ein dem Wasserbaumeister besonders sehr beachtenswerthes, von dem gewöhnlichen abweichendes Verhalten zu erkennen; statt daß sonst, wie wir gesehen, das Wasser von den Rändern der Mitte des Stromes zufällt und Ufer-Beschädigungen verhindert, so ist es hier gerade umgekehrt, das Wasser fällt von der Strombahn den Ufern zu, und da es in der Mitte voreilt, so werden sich die Stromfäden rückwärts wenden, dabei aber wieder von der allgemeinen Bewegung des Stromes zurückgeworfen, und so entstehen an den Seiten der Strombahn wirbelförmige Bewegungen, oder soge-

nannte Widerströme, welche den Ufern sehr gefährlich werden, und um sie zu vermeiden, dazu nöthigen, das Bette nach unten zu erweitern.

Übrigens gehören dergleichen Widerströme, welche sich überall da erzeügen, wo das Wasser sich vor einer Hemmung aufzustauen genöthigt sieht, ebenfalls mit zu den Ursachen, welche die Schnelligkeit der fließenden Wassermasse verzögern und die Gesetze der Bewegung verwirren, und sie sind haüfiger als man glauben möchte; denn die bedeütendsten unter ihnen liegen gewöhnlich unterhalb solcher Hemmungen, durch Bauwerke, vorspringende Uferecken u. s. w., wo der Strom sich schnell erweitert und nur ein Theil der Wassermasse, der durch diese Ausbreitung aus der Strombahn auf die Seite geworfen, wieder mit fortgezogen wird rc., ein Umstand, dem man bei Bauwerken durch allmälige Zurundung des Ufers unterhalb der Stauung zu entgehen sucht. Der Donaustrudel oberhalb Linz ist ein ausgezeichnetes Beispiel solch' eines Widerstroms, und bei Rattenberg am Inn zerstörte Wiebeking einen, welcher 32 Fuß tief war und die Schifffahrt gefährdete, dadurch, daß er das Flußbette oberhalb erweiterte, und ihm durch künstliche Befestigung einen graden Lauf zwischen parallelen Ufern gab, so daß nur die Hauptwassermasse sich in der Strombahn und diese in der Mitte zu halten genöthigt war; denn weicht die Strombahn aus der Mitte nach einer Seite zu heraus, so entsteht dasselbe Verhältniß, als ob man ein hemmendes Werk quer in den Strom baute; bei der dadurch gebildeten Krümme des Laufs wirft sich das Wasser auf die konkave Seite des Ufers, und indem der Stromarm von den konvexen Ufern die Stromfäden zu sich hinüberzieht, staut sie sich dagegen an den gegenüberliegenden auf, und dadurch wird ein Abfließen und Wirbeln zur Seite, und nächstdem eine größere Verzögerung als gewöhnlich erzeügt, welche außerdem auch schon in den Krümmungen Statt finden muß, weil das Wasser hier genöthigt wird, bei demselben Fall einen um so viel längern Lauf zurückzulegen, je größer die Krümmung ist; diesem Umstande entgeht man, wenn er lästig wird, dadurch, daß man Stromkrümmen durchsticht, so wie man umgekehrt die Schnelligkeit eines Flusses, dessen Wassermasse zu rasch abfließt und dadurch zu seicht wird, vermindert, indem man sein Bette künstlich durch Krümmen verlängert.

Eine andere Erscheinung, welche durch die Wirkung der Adhäsion und Kohäsion auf das Fließen des Wassers hervorgerufen wird, ist die ungleiche Geschwindigkeit, mit welcher das Wasser in den verschiedenen Theilen eines und desselben senkrechten Durchschnittes sich fortbewegt. Im Allgemeinen folgt schon aus der oben gegebenen theoretischen Ansicht, daß

diese Geschwindigkeit in der Mitte eines Durchschnittes (Profils) am stärksten sein werde; denn je tiefer nach unten, desto mehr wird die Bewegung durch das Anhalten des Wassers an den Boden verzögert; sie muß in der unendlich dünnen Wasserschicht, welche den Boden unmittelbar berührt, selbst = 0 sein. Von dort aus aufwärts hält durch die Kohäsion der Theilchen unter sich ein jedes tiefere stets ein höheres zurück, und nur mit der Entfernung vom Boden wird diese retardirende Wirkung abnehmen. Auf der Oberfläche selbst aber ist es die Berührung mit der Luft, welche eine ähnliche, wenn gleich in der Regel nicht so bedeütende Wirkung ausübt; und daß diese in der That nicht geringe sei, zeigt sich besonders an den auffallenden Erscheinungen, welche heftige Luftströmungen hervorrufen, wenn sie der Richtung des Stromes entgegengesetzt sind. Der Lauf des Wassers kann dadurch so verzögert werden, daß der Fluß nicht abfließen kann und über seine Ufer tritt, und das sind die bekannten Erscheinungen der sogenannten Sturmfluthen, durch welche allein die Wirkung des Windes z. B. im Herbst 1824 zu Petersburg das Wasser der Newa bis zu 15 Fuß ansteigen ließ, wobei freilich die Größe der Überschwemmung noch sehr dadurch vermehrt ward, daß das Wasser aus dem Meere mit in den Fluß getrieben wurde; ein Verhältniß, welches bei allen westwärts mündenden Strömen der Ostsee, dem Pregel, dem Niemen, der Düna u. s. w., nicht minder auch in der Oder bei anhaltenden Nordwinden *), haüfig vorkommt, und zuweilen das Wasser der Ströme an der Oberfläche mit einer Schnelligkeit rückwärts fließen läßt, als es gewöhnlich vorwärts fließend nicht zu besitzen pflegt. Übrigens beweisen es auch direkte Geschwindigkeits-Messungen in verschiedenen Tiefen, deren einige, mit großer Sorgfalt ausgeführt, Wiebeking von verschiedenen Gegenden des Rheins mittheilt.

Unter einer Reihe von Versuchen, welche er selbst bei Enfelden, im Darmstädtischen, an zwölf Stationen in zwei zu zwei senkrechten Abständen der Tiefe zwei Mal wiederholte, stand der Rhein das erste Mal am Pegel (Wassermesser) 8,33 Fuß hoch, und man fand z. B. bei Nr. 11 seine Geschwindigkeit auf der Oberfläche = 4,43 Fuß, auf 4 Fuß Tiefe = 4,71 Fuß, auf 6 Fuß = 4,70 Fuß, auf 9 Fuß = 4,60 Fuß, auf 20 Fuß = 4,45 Fuß in der Sekunde. Bei 3 Fuß niedrigerm Wasserstande fand man aber an derselben Station die Schnelligkeit an der Oberfläche

*) Man sehe meine drei Sendschreiben an Hrn. A. von Humboldt über die Geschichte der barometrischen Höhenbestimmung von Berlin ꝛc. Berlin, 1836. S. 23.

= $3_{,07}$, auf 2 bis 4 Fuß Tiefe = $3_{,31}$, auf 6 Fuß = $3_{,26}$, auf 9 Fuß = $3_{,33}$, auf 20 Fuß = $2_{,90}$ Fuß in der Sekunde. Wiebeking zieht aus allen diesen Beobachtungen das Mittelresultat, daß bei höherem Wasserstande die Geschwindigkeit auf der Oberfläche beständig kleiner war, als die bis zu einer Tiefe von 9 Fuß; bei geringerer Höhe aber war sie nur beständig kleiner, als die bis zu 2 Fuß Tiefe. Natürlich kommen hiervon, nach verschiedener Lage, Wasserstand u. s. w., an andern Orten die manchfachsten Abweichungen vor, wie z. B. an der Weser nach Schwarz' Beobachtungen; und nur das allgemeine, besonders für die Praxis wichtige Resultat, dessen Gründe die Theorie nicht ausmitteln kann, wäre noch anzuführen, daß aus allen Messungen Wiebekings und des Holländer Brünings mit großer Wahrscheinlichkeit hervorgeht: die mittlere Geschwindigkeit des Stroms, im Ganzen genommen, sei der Geschwindigkeit bis 4 und 6 Zoll unter der Oberfläche im Stromstrich sehr nahe gleich.

Von diesem genannten Verhältnisse rührt es denn auch großentheils her, daß, wie alle Messungen ergeben, die Geschwindigkeit eines Stromes immer größer wird, je höher er steht. Die gravitirende Wassermasse der Strombahn, welche dann einem größeren Theile nach von der Adhäsion frei wird, vermehrt sich und kann nun freier wirken; auch an den Ufern wird das Fließen stärker, sobald sie tiefer mit Wasser bedeckt sind, aber dies gilt natürlich nur so lange, als der Fluß sich innerhalb seiner Ufer hält; tritt er über, so breitet sich seine Wassermasse flach über die benachbarte Ebene aus, und nun wird eine große Quantität derselben durch Adhäsion festgehalten; die Strombahn hat mehr Widerstand zu überwinden, indem er diese Masse an sich ziehen soll, der Strom verwandelt sich in einen ruhigen See und erlangt seine alte Geschwindigkeit erst wieder, sobald er sich zurückgezogen hat. Doch giebt es noch ein anderes Verhältniß, welches bei dieser Vermehrung der Geschwindigkeit mit Erhöhung des Wasserstandes zu berücksichtigen ist; es ist dies der Druck der obern Profile auf die untern. Wenn ein Fluß seinen Wasserstand erhöht, so schwillt er bekanntlich in seinen obern Theilen (im Gebirge durch Regengüsse, Schneeschmelzen &c.) zuerst an; dann empfangen die obern Profile desselben mehr Wasser, als die untern abführen, es geht nach und nach eine Wellendehnung der untern Wassermasse durch die obere auf der ganzen Länge des Stromes fort, und je zwei Profile neben einander kommen immer in den Fall, sich mit einander in hydraulisches Gleichgewicht zu setzen; da dies aber im Fallen geschieht, so wird jedes obere Profil, so lange es mehr Wasser hat, als das untere, letzteres vor sich herdrücken, und es wird dadurch eine schnellere Bewegung erzeugt werden. — Wie

sehr dies der Fall sei, sehen wir u. a. daraus, daß auf diese Weise selbst eine fließende Bewegung des Wassers bei ganz horizontalem (nicht abhängigem) Boden veranlaßt werden kann, wovon viele unserer durch Schleüsen-Abschnitte getrennten Kanal-Stücke, bei welchen dieses Verhältniß eintritt, ein deütliches Beispiel geben; ja es kann selbst dieses Verhältniß noch weiter wirken, indem der Fluß dadurch genöthigt werden kann, bergan zu fließen, wovon namentlich die Fluthenbewegung, bei welcher die größeren Profile das Meerwasser in den Fluß treibt. — Übrigens gestaltet sich begreiflich dieses Verhältniß bei größeren Flüssen in einzelnen Strecken ihres Laufes sehr verschiedenartig, je nachdem ihr Bett breiter oder enger ist, und besonders je nachdem ihre Nebenströme einzelnen Theilen mehr oder weniger Wasser zuführen; und es kann ein gleichförmiges Verhalten nur von demjenigen Theile eines Stromes vorausgesetzt werden, der zwischen zwei größeren Zuflüssen liegt (kleinere haben natürlich darauf weniger Einfluß). — So erweist denn auch u. a. eine von Wiebeking gegebene Tabelle über den Wasserstand des Rheins in einigen Jahren, daß dieser Strom bald unten und oben zugleich, bald oben früher als unten fällt, und umgekehrt, daß er in der Mitte steigen und unterhalb stärker fallen, oberhalb aber sich aufstauen und verzögern kann.

Die Verhältnisse, welche zu berücksichtigen sind, wenn ein Hauptfluß ansehnliche Nebenflüsse empfängt, verdienen ebenfalls Beachtung. Wiebeking hat auch hierüber lehrreiche Bemerkungen mitgetheilt. Der Winkel, unter welchem die Ströme einander treffen, hat einen bedeütenden Einfluß auf den Stand und die Geschwindigkeit beider, und besonders des letztern. Soll die Vereinigung so von Statten gehen, daß daraus für beide keine Beschränkung oder Hemmung entsteht, so muß dieser Winkel, wie sich aus den Gesetzen der Hydrodynamik ergiebt, ein möglichst spitzer sein; denn in diesem Falle zieht der große Strom den kleinen an sich, ohne Unregelmäßigkeiten zu veranlassen, und vermischt sein Material mit dem seinigen. Ist aber der Winkel, unter dem sie sich treffen, ein rechter, oder gar stumpf, so wirft der Hauptstrom den Nebenstrom von sich, und der letztere wird zurückgestaut und kann nur langsam abfließen. Dieses Verhältniß steigert sich, wenn der Hauptstrom anschwillt und mächtiger wird; dann kann er wol den Nebenstrom weit hinauf zum Austreten bringen. So zeigt Wiebeking, daß der Rhein früher den Main bei hohem Stande drei Stunden oberhalb seiner Mündung über das Ufer zu treten nöthigte, ein Übel, welches auch noch gegenwärtig vorkommt, und dem man nur durch Erhöhung der Deiche steüern kann, da der Main

seine alte spitzwinklige Mündung bei Cassel (Mainz gegenüber) noch nicht wieder erhalten hat. So sah auch Saussure einst die Wasser der Arve bei einem Anschwellen des Rhone rückwärts fließen. Ein großer Übelstand waltet in diesen Fällen ob: da nämlich die Kraft der Nebenflüsse plötzlich gebrochen wird, so lassen diese ihr Material schnell fallen und verursachen eine Versandung der Mündungen und des Hauptflusses. Wiebeking erlaütert dieses durch Beispiele und rügt sehr kräftig den Unverstand, welcher bei vielen Anlagen der künstlichen Leitung der Flußmündungen, namentlich am Rhein, begangen worden, wo man die Nebenflüsse zu einem Kampf mit dem Hauptfluß gezwungen hat, da doch die Gewalten beider so ungleich sind.

Es giebt indeß noch eine andere sehr verbreitete Ansicht über das Verhalten der Vereinigung zweier Flüsse, wovon wir noch etwas hinzufügen müssen. Man hat nämlich oft gesagt, daß, wenn ein Hauptstrom einen bedeütenderen Nebenfluß empfängt, seine Breite unterhalb dieser Vereinigung sich nicht merklich vermehrt und wenigstens wol selten in dem Verhältniß der beiden Durchmesser der Ströme, da sie noch getrennt waren. Bossut will dies dadurch erklären, daß nach der Vereinigung die Geschwindigkeit sich im Verhältniß der Wassermasse vermehre, und also kein weiteres Bette erforderlich sei; nicht genug hieran, hat man behauptet, daß die Hauptflüsse sich nicht erhöhen, wenn die Nebenflüsse selbst beträchtlich anschwellen, indem immer die Geschwindigkeit der vermehrten Wassermenge proportional sei. So soll u. a. der Main den Rhein nicht anschwellen, und eben so der Rhein umgekehrt nicht schmäler werden, wo er sich in die Waal und den Rhein scheidet, ja es ist hierauf sogar ein sonderbarer Vorschlag gegründet worden, wie die versandeten Flüsse Hollands zu reinigen sein würden. Wiebeking hat hierauf geantwortet, daß, wenn diese Ansicht richtig wäre, gar keine Überschwemmungen eintreten könnten, weil dann immer die vermehrte Geschwindigkeit des Flusses hinreichen würde, die vergrößerte Wassermenge abzuführen. Er fügt zugleich hinzu, daß, wenn auch in vielen einzelnen Fällen ausgezeichnete Abweichungen von der Regel vorkommen, es doch noch viel zu sehr an Beobachtungen fehle, um hierüber von irgend einem Strome etwas Vollständiges anführen zu können; so fließen z. B. alle Flüsse Baierns, der Inn, die Iser, der Lech u. s. w. bedeütend schneller als die Donau, in welche sie münden; und so weit Wiebekings Erfahrungen reichen, ist fast immer die Geschwindigkeit des Hauptflusses geringer, als die seiner Nebenflüsse, sobald beide niedrig stehen; erhöht sich aber einer von beiden, so ändert sich dieses Verhältniß. Bei niedrigem Wasserstande ist z. B. die Ge-

schwindigkeit des Rheines geringer, als die der Sieg; schwillt dagegen der Rhein durch die Mosel und Ahr an, so tritt der umgekehrte Fall ein. Dabei ist es nicht zu übersehen, daß, wenn dieses Verhältniß in aller Strenge begründet wäre, die Geschwindigkeit der Ströme endlich doch gegen ihre Mündungen am größten sein müßte, was aber, wie wir oben schon gesehen haben, nicht der Fall ist, so sehr auch die Theorie dafür zu sprechen scheint.

Wenn übrigens die Geschwindigkeit eines Stromes sich dadurch beträchtlich vermehren kann, daß vermöge einer vermehrten Wassermenge der obern Profile beim Steigen und Fallen ein Seitendruck Statt findet, so ist es klar, daß diese am geringsten sein müsse, wenn gar kein Seitendruck vorhanden ist, sondern wenn das Wasser allein nach den Gesetzen fällt, welche der generelle Abhang des Bettes und die Neigung der Strombahn ihm zu befolgen gestatten; dann kann sein Wasserspiegel weder steigen noch fallen, oder mit andern Worten, alle seine Profile müssen auf einer bestimmten Strecke in gleichen Zeiten gleich viel Wasser schütten. Dieser Zustand eines Stromes ist es, welchen man den hydraulischen Beharrungszustand nennt; er kann begreiflich bei jeder beliebigen Wasserhöhe eintreten, indeß haüfiger bei niedrigem als bei hohem Stande, und ebenfalls haüfiger und anhaltender bei Strömen, welche auf lange Strecken wenig oder gar keine Nebenflüsse aufnehmen, die das Verhältniß ihrer Profile verändern, und welche, wenn von oben keine Anschwellung kommt, sich immer bei gleichem Wasserstande erhalten müssen, abgerechnet den Verlust, den das Wasser während seines Laufes durch die Verdunstung erleidet.

Ist nun übrigens ein Fluß in diesem Beharrungszustande, so wird die Form und die Größe seines Bettes einen sehr bedeütenden Einfluß auf die Größen seiner Geschwindigkeit ausüben. In weiten Theilen des Bettes wird er im Allgemeinen langsamer fließen als in engern; denn um eine und dieselbe Wassermasse in gleichen Zeiten durch einen engern Raum zu führen, wird sie verhältnißmäßig schneller durchfließen müssen. Diese Verschiedenheit wird sich aber ausgleichen, wenn das in wagerechter Dimension beschränkte Bette das an Tiefe ersetzen kann, was ihm an Breite fehlt; und haben dadurch die Profile gleichen Flächeninhalt wieder bekommen, so wird nun die Schnelligkeit in engeren Stellen wieder gleich groß mit der in weiteren werden. Hierauf gründen sich einige wichtige Regeln für den Flußbau, das Bett eines Stromes zu verengen, um seine Schnelligkeit zu vermehren, Untiefen wegzuschaffen ꝛc. ꝛc. Indeß kann doch eigentlich in Beziehung auf die Vertheilung der Geschwindigkeit

nie vollkommene Gleichförmigkeit eintreten, wenn die Ufer eines Stromes nicht parallel gehen und sein Grund keine gleichförmige Ebene ist. Verengen sich z. B. die Ränder eines Strombettes, so wird zuerst die Geschwindigkeit dadurch verzögert, denn der Strom stößt geradlinig fortstreichend gegen die Ufer und wird im Abfluß gehemmt oder aufgestaut; erweitert sich das Bette dagegen schnell, so wird auf dem Übergange von dem aufgestauten zu dem ausgebreiteten Bette des Stromes eine Vermehrung des Gefälles Statt finden, und der Strom daher schneller fließen. Eben so wird eine schnelle Austiefung des Grundes Unregelmäßigkeiten in der Geschwindigkeit des Stromes hervorrufen; wo der Boden sich schneller neigt, da wird auch, wenn die Neigung des Stromes auf der Oberfläche gleich bleibt, das untere Wasser vermöge der Kohäsion das obere schneller mit sich fortziehen, und umgekehrt am entgegengesetzten Ende, wo der Boden ansteigt, sein Lauf sich verzögern. Das regelmäßigste Bild eines Stromes ist also bei parallelen Uferrändern, gleichförmiger Neigung des Bodens, halbkreisförmiger Gestalt des Durchschnittes und bei dem Beharrungszustande der Wassermasse erreicht; in der Natur aber wird dieses Ideal unstreitig nirgend gefunden. —

Noch eine andere Ursache, welche die Geschwindigkeit der Flüsse vermindert, liegt in dem Material, das sie mit sich fortwälzen. Die Adhäsion ihrer Wassermasse an diese Körperchen muß natürlich vermehrt werden, je haüfiger sie sind, und ein gewisser Grad von Widerstand muß überwunden werden, um sie mit sich fortzuführen. Von der Natur dieses Materials und von seiner Vertheilung in den Flußbetten haben wir schon früher gesprochen, hier möge nur noch einiges von den Erscheinungen, welche dadurch veranlaßt werden, hinzugefügt werden. Über die Haüfigkeit des feineren Materials, welches einzelne Flüsse führen, haben wir eine Menge von Angaben, deren viele sich bei Wiebeking zusammengestellt finden; sie ist begreiflich nach den verschiedenen Wasserständen des Flusses und nach den verschiedenen Jahreszeiten sehr veränderlich, und kann daher nur zum ungefähren Anhalten dienen. So fand z. B. Shaw während der Nilüberschwemmungen den Schlammgehalt des Niles = $^1/_{120}$ seiner Masse. Für die Elbe theilte Tetens aus einer Menge von Beobachtungen bei Brunsbüttel das Mittel mit, es beträgt = $^1/_{332}$; die holländischen Flüsse sollen bei hohem Wasser $^1/_{100}$, bei gewöhnlichem $^1/_{201}$ ihrer Wassermasse Schlamm führen; die Tiber nach Zarotti = $^1/_{165}$; der Gelbe Strom (Hoang-ho) in China, nach Barrow, = $^1/_{200}$. Barrow's Rechnungen in Beziehung auf den zuletzt genannten Strom zeigen, daß derselbe in jeder Stunde zwei Millionen Kubikfuß Material ins Meer führt, ein Quan-

tum, welches hinreicht, in Zeit von siebenzig Tagen eine Insel von einer geographischen Quadratmeile Flächeninhalt hervorzubringen, so daß in 24000 Jahren das ganze Gelbe Meer ausgefüllt sein würde.

Welche Geschwindigkeit des Wassers dazu gehört, um die Massen verschiedener Qualität mit sich fortzuführen, davon sind wir u. a. durch die Versuche von Buat belehrt worden, welcher erdige und steinige Substanzen einem Wasserstrahl aussetzte, dessen Geschwindigkeit er beliebig vermehren und jedes Mal genau angeben konnte; er fand danach z. B., daß feiner Thon schon bei einer Geschwindigkeit von 5 Zoll mitgeführt ward, feiner Sand brauchte wenigstens 6 Zoll (am Boden), der Kiessand in der Seine 12 Zoll, Kieselstein von 1 Zoll Durchmesser wenigstens 2 Fuß. Wiebeking fand dagegen nach zuverlässigeren Wahrnehmungen, daß bei seinen Bauten im Inn Kieselsteine von 1 Pfund schwer erst bei 8 Fuß Geschwindigkeit fortgewälzt wurden, die Bergwasser von 16 Fuß Geschwindigkeit und darüber wälzen deren von mehreren Pfunden weg. Funk machte die Erfahrung, daß bei einer mittleren Geschwindigkeit von $2,_5$ Fuß der mit wenig Thonschiefer vermischte Triebsand nicht aufgerührt, geschweige denn in Bewegung gesetzt ward. Grand, so groß wie Bohnen, und Steine wie Hühnereier von 2 bis 2½ Zoll im Durchmesser, widerstehen einer mittlern Geschwindigkeit von $6,_{05}$ Fuß, ohne irgend eine Vertiefung im Grundbette zu erleiden. Woltmann hält dafür, daß eine Geschwindigkeit von $7,_{04}$ Fuß erforderlich sei, um Steine von 1 Kubikfuß fortzuwälzen; Funk glaubt aber aus seinen Erfahrungen auf eine weit größere Schnelligkeit schließen zu müssen. Anders verhält es sich freilich mit Wasser, welches aus verengten Öffnungen abfließt. Im Juli 1804 entstand bei Vlotho ein Wolkenbruch; das Wasser stürzte sich zwischen den Gebirgen in den Mühlenbach herab, zertrümmerte mit Hülfe ausgerissener Baüme ein aus massiven Quadern erbautes Wehr, führte Quader von 20 und mehreren Kubikfuß über 1200 Fuß weit bis in die Weser. Nach einer wahrscheinlichen Schätzung war die Geschwindigkeit des Wassers, oberhalb des 8 Fuß hoch stauenden Wehrs, 8 bis 9 Fuß in der Oberfläche und unterhalb des Wehrs wenigstens 14 Fuß, mit welcher es die Steine wegrollte, indem der Bach sich nicht sehr ausbreiten konnte, sondern das Wasser in einem Bette von beilaüfig 100 Fuß abführen mußte. Hier, so wie in vielen andern Fällen, wirkte zur Fortschaffung sehr großer Steine gewiß auch die große Abhangigkeit des Bettes mit, auf welchem sie zum Theil ohne Hülfe des Wassers wegrollen würden.

Wir haben schon oben gesehen, wie durch Fahrenlassen dieses Materials, an Stellen, wo die Geschwindigkeit des Wassers sich vermindert,

Sandbänke und Inseln hervorgebracht werden, die bei hohem Wasser entstehen und bei niedrigem sich ausbilden. Die ansehnlichsten unter ihnen lernten wir in der Mündung der Ströme kennen, doch auch im mittleren Theile ihres Laufes kommen sie haüfig da zum Vorschein, wo der Strom sich erweitert und Biegungen beschreibt. Wiebeking macht, nach vielen Erfahrungen, auf die allen diesen Strominseln gemeinsame Grundform merksam. Sie sind nämlich immer, wenn sie in einem nur irgend beträchtlichen Stromzuge liegen, gegen denselben breit zugerundet, abwärts aber spitz gestaltet; wobei es sich leicht erweisen läßt, daß dies die Figur sei, welche dem Strom den größesten Widerstand entgegensetzt. Ein kreisförmig gestaltetes Gewölbe kann den stärksten Druck unter allen Gewölbformen ertragen, und so wird der Strom die Inselmasse so weit wegschaffen, bis sie ihm unter dieser Gestalt widerstehen kann und nun unverändert bleibt. Wiebeking's Rheinkarten geben davon sehr gute Beispiele, so wie auch davon, daß diese Inseln, wenn sie in Krümmungen vorkommen, nach der konvexeren Uferseite eine Vertiefung, nach der konkaven eine Ausbauchung erhalten. Nächst dieser Bildung von Inseln muß auch ein jeder Strom durch die Menge des mitgeführten Materials, das in seiner Mündung liegen bleibt, fortwährend den Boden seines Bettes erhöhen, was eine der größten Plagen für seine Anwohner in den Mündungsgegenden ist. Die Ströme verstopfen immer von Neüem durch Versanden ihren Ausfluß, wodurch die Schifffahrt verloren geht, und drohen beständig über ihre Ufer zu steigen. Wenn diese nicht durch künstliche, hinlänglich starke Einfassungen oder Deiche erhöht werden, so kann es endlich dahin kommen, wohin wir es an den eingedeichten Mündungen aller größeren Ströme gegenwärtig schon gebracht finden, daß erst die Oberfläche und endlich sogar auch der Boden des Stroms höher liegen, als das umgebende Land; die niedrigen Küstengegenden der Niederlande, die Länder am untern Po, an den Mündungen des Rhone, des Nils und so vieler andern Ströme sind sämmtlich in dieser gefahrvollen Lage, und daher kommt es, daß ein einziger Deichdurchbruch im Stande ist, ganze Provinzen unter Wasser zu setzen und zu verwüsten. Wiebeking hat in einer gründlich verfaßten Abhandlung nachgewiesen, mit welch' reißender Schnelligkeit in vielen Gegenden die Größe dieses beunruhigenden Verhältnisses zugenommen hat, ein Verhältniß, das die Aufmerksamkeit und Sorge der betreffenden Regierungen in hohem Grade in Anspruch nimmt.

Acht und zwanzigstes Kapitel.

Einfluß, welchen in unsern Klimaten die Eisgänge in den Strömen auf dieselben ausüben. Beispiel dieses Einflusses an der Weser. Geschichte des Eisganges im Niederrhein und den Flüssen des holländischen Delta-Landes im Jahre 1799. Das Phänomen der periodischen Strom-Anschwellungen in den Tropen-Ländern; nähere Erläuterung dieses Phänomens nach den Erscheinungen, welche sich im Nil darbieten. Einfluß der Ebbe und Fluth auf die Bewegung des Wassers in den Strommündungen.

Außer den in dem vorhergehenden Kapitel dargelegten Verhältnissen in dem gegenseitigen Stande und Fließen der von Flußbetten eingeschlossenen Wassermasse kommen noch andere Fälle vor, welche die gewöhnlichen Erscheinungen modificiren.

Es gehören dahin in unsern Klimaten die Eisgänge, welche auf den Strom, je nachdem sie heftiger oder gemäßigter sind, den größten Einfluß haben. Bald greifen sie die Ufer an, bald das Grundbette; bald setzen sich Eisdämme in den Strom, das Wasser stürzt über sie hinweg und verursacht die fürchterlichsten Austiefungen; bald schweifen sie über die Ufer hinaus und verheeren die fruchtbaren Fluren, welche innerhalb der Überschwemmungsgränze liegen. Die einzelnen Umstände, unter denen die Eisgänge erfolgen, sind wol bei jedem Strome verschieden, weil das Klima und andere physische Nebenumstände Einfluß darauf haben. Wählen wir die Weser, über welche Funk, dem wir hierin wesentlich folgen, die lehrreichsten Nachrichten mitgetheilt hat, als Beispiel: —

Die Weser frieret gewöhnlich so niedrig zu, daß die Eisdecke höchstens 5 Fuß über den niedrigsten Wasserstand erhaben ist; man weiß sich keines Falles zu erinnern, daß sie höher, wol aber, daß sie bis zum niedrigsten gestanden hat. Das Eis wird alsdann vom Wasser, welches unterhalb der Eisdecke herfließt, zersprengt, wenn es dieselbe 2 bis 3 Fuß gehoben hat; daher trifft es auch bei der Weser ein, daß der Eisgang

jedes Mal wenigstens dann erfolgt, wenn das Wasser höchstens 8 Fuß über den niedrigsten angewachsen ist. Beim Aufbruch des Eises bleibt es gewöhnlich in den größten Stromkrümmungen am längsten sitzen, und wenn der Eisgang mit vollbörtigem Wasserstand abgeht, — d. h. wo der Fluß so angeschwollen ist, daß er im Begriff steht, über die Ufer zu treten, — so ereignen sich sehr oft die Fälle, daß die Eismassen die Ufer verlassen, die Stromkrümmen abschneiden und auf dem kürzesten Wege ihren Lauf zu nehmen streben.

Beim ersten Abbruch des Eises scheinen die Ufer von Eisschollen garnirt zu sein; liegt aber die Stromrinne daran, so werden sie bald weggeschoben, und das Eis bohrt in die vertikalen Ufer. Oft werden auch die Eisschollen auf die Ufer 10 bis 15 Fuß höher hinauf geschoben, als wo der eigentliche Wasserstand hinreicht, besonders wenn die Eismassen in senkrechter oder schiefer Richtung auf das Ufer stürzen. Beim vollen raschen Eisgang ist der Strom bis auf den Grund mit Eis angefüllt, und dies ist in der That der Zustand, wo die groben Materialien, als Felsstücke, Kiesel u. s. w. wälzend fortgeschoben und gerollt werden; wo das Abschleifen und Abrunden derselben geschieht; wo die trüben Stoffe viele Meilen weit der Strommündung zugeführt werden; wo die größten Veränderungen in einem Strome vorgehen.

Wenn das Wasser der Weser einige Fuß über den vollbörtigen Wasserstand angeschwollen, d. h. 14 bis 15 Fuß über den niedrigsten erhoben ist, so ist die größte Masse von Eis bei Minden passirt, welches beilaüfig zwei bis drei Tage währt. Sehr selten sind die Fälle, wenn alsdann noch ein Eisgang Statt finden sollte. Der gewöhnliche Aufbruch des Eises trifft bei der Weser zwischen den 9ten und 27sten Februar; doch hat man auch Fälle aufzuweisen (wie 1795), daß im Dezember der erste und der zweite im Februar eintrat; ja, noch in der Mitte des März hat man fürchterliche Eisfahrten erlebt. Ist der größte Eisgang der Weser bei Minden vorüber, dann erst erfolgt das hohe Anschwellen des Wassers, weil nun alle Sturzbäche und Nebenflüsse ihr Wasser bringen. Nach den Beobachtungen, welche man am 18ten Februar 1799 angestellt hat, wo die Weser im Fürstenthum Minden die größte Wasserhöhe seit hundert Jahren (bis 1808) über die allerkleinste erreichte, bemerkte man: —

	Rheinl. Fuß.
Bei Eisbergen	19,98
Bei Veltheim	18,81
Bei Erder	18,27

	Rheinl. Fuß.
Bei Blotho	21,13
Bei Hausberge	21,48
Oberhalb der Weserbrücke bei Minden	19,91
Unterhalb derselben	18,08
Bei Schlüsselburg	15,95

Die hohen Stände bei Blotho und Hausberge erklären sich durch die Beschaffenheit des Durchschnitts: Dort ist der Flächeninhalt des Überschwemmungsprofils = 11635 Quadratfuß und der Perimeter = 1083 Fuß; hier jener = 15518 Quadratfuß, dieser = 1131 Fuß. Bei Minden ist der Querschnitt dicht oberhalb der Weserbrücke = 8327 Quadratfuß, der Querschnitt des Inundations-Profils der sogenannten Buntenbrücke = 3847 Quadratfuß, folglich beträgt der Querschnitt beider Brücken 12175 Quadratfuß. So bedeütend diese Anschwellung der Weser im Jahre 1799 war, so hat man doch an einem Hause in Minden Merkmale, daß 1643 das Wasser = 20,66 Fuß, und 1682 = 21,535 Fuß über dem kleinsten unterhalb der Weserbrücke gestanden hat. Die Dauer so hoher Überschwemmungen kann in der Weser vier Wochen betragen; gewöhnlich aber ist der Wasserstand in 14 bis 20 Tagen unter den vollbörtigen herabgesunken.

Die Ursachen, wodurch Eisstopfungen entstehen, sind manchfaltig und unzählbar. Sie können dadurch entstehen, wenn vor dem wirklichen Eisaufbruch sich ganze Stromstrecken vom Eise befreien, und ihre Eisdecke zu einem Damme zusammen zu schieben, der sich bis auf den Grund setzt; und wenn die Wassermasse oberhalb so angeschwollen ist, daß sie über denselben stürzt, eine ungeheüre Vertiefung im Grundbette bewirkt, und den Damm zersprengt und zerreißt; oder, wenn das Wasser unter dem Eise so hoch angelaufen ist, daß es Kraft genug besitzt, dasselbe zu zersprengen, so fängt der Eisgang an. Hat derselbe einen ungehinderten Abfluß, so fließt das Eis mit der Geschwindigkeit des Wassers; sobald aber einige Eisschollen durch irgend ein Hinderniß aufgehalten werden, und sie auch nun mit dem fließenden Wasser ihre vorige Geschwindigkeit nicht wieder annehmen, so erfolgt ein Aufthürmen; das obere und geschwinder treibende Eis holt das langsam treibende Eis ein. So haüfen sich dann Eisschollen über und unter einander, und formiren endlich einen durch Menschengewalt unzerstörbaren Damm. Öfter schiebt das Wasser in einem Flußbezirk das Eis auf eine Strecke zusammen, haüft sich dahinter an, und sucht es nun noch weiter forzuschieben. Ist die Kraft des Wassers hierzu hinreichend, so wird der Eisdamm zersprengt, und die ganze Eismasse

setzt sich von Neüem in Bewegung, bis daß wieder ein Aufenthalt entsteht, und sich erst soviel Wasser wieder hinter dem Eisdamme anhaüfen muß, um denselben zu zerstören. Ist bei diesem wechselnden Anhaüfen und Zersprengen der Eismassen endlich ein solcher Eisdamm zufällig vor eine Stromenge gerathen, so entstehet gemeinhin eine fürchterliche Eisstopfung. Zu einer andern Zeit entsteht sie da, wo die Geschwindigkeit am geringsten ist, z. B. da, wo sich der Strom übermäßig erweitert, oder oberhalb Inseln, besonders wenn sie mit Gestraüchen und Baümen bewachsen sind, oberhalb großer Einbaue, auf Alluvionen; oder sie entsteht auch in den engsten Stellen eines Stroms, z. B. in Stromkrümmen, wo sich die größte Konvexität des Ufers und die größte Verengung befindet, oder in dem Bug der Serpentinen, oberhalb Brücken u. s. w. Im Jahre 1795 verstopften sich alle eilf Bogen der Weserbrücke bei Minden so, daß die Eisschollen vom Grunde an bis beinahe an das Trottoir der Brücke reichten, und einen Damm von 30 bis 36 Fuß Höhe aufthürmten. Alles Wasser und Eis der Weser mußte die Seitenöffnung der Weser, die Buntenbrücke, abführen, die, da ihr Profil für eine unverhältnißmäßige Wassermenge viel zu gering ist, unterspühlt und theilweise vom Eise zertrümmert wurde.

Gehen die Eisgänge rasch ab, so reinigen sie die Strombetten; entstehen aber partielle Eisstopfungen, so sind sie wieder Ursache, daß sich noch mehr trübe Materie an den schon vorhandenen Alluvionen und konvexen Ufern oberhalb der Eisstopfungen anlegt, und den Grund des Strombettes erhöht, Tiefen und Untiefen erzeügt und überhaupt den Strom in Unordnung und Verwirrung bringt. Wenn ein Strom mit Eisschollen bedeckt ist, so wird dadurch seine Geschwindigkeit eher vermehrt als vermindert. Wird daher ein unterer Strombezirk bei Eisgängen plötzlich frei, so stürzen die von oben folgenden Eisschollen mit großer Schnelligkeit den Strom herab, und richten, wenn die Stromrinne am konkaven Ufer liegt, viel Schaden an. Die Eisgänge und Überschwemmungen sind zu Zeiten an der Weser, wenn sie ihren Zug über die Felder innerhalb der Inundationsgränze nehmen, weil das Gefälle des kürzeren Weges halber, außerordentlich verheerend; zu Zeiten setzen sie das Eis 12 bis 15 Fuß in die Felder ab, reißen und wühlen den Boden auf und begranden die Gegend, je nachdem die Wasserhöhen und Eisstopfungen solches veranlassen.

Der Rhein ist jährlich ein Schauplatz der fürchterlichsten Eisgänge. Ganz besonders zeichnete sich das Jahr 1799 aus und erlangte dadurch eine traurige Berühmtheit. Die Erzählung der Begebenheiten dieses

Jahres wird einen Begriff geben von den Drangsalen, denen die Rheinländer unterworfen sind; wir folgen darin der Darstellung von Krayenhoff: —

Den 18ten Januar saß der Strom in der ganzen Strecke zwischen dem Byland'schen Kanal und Emmerich, und darüber hinaus, bis Rees fest, und zwar bei Emmerich bei einem Wasserstande von 6,5 Fuß, und bei Rees bei einem Wasserstande von 8,83 Fuß. Am 14ten betrug die Wasserhöhe an dem Pegel der zuerst genannten Stadt 7 Fuß, bei der zweiten 7,92 Fuß. Von Rees bis Wesel war der Rhein offen; von Wesel bis eine Stunde unterhalb Düsseldorf saß er fest; jenseits war er wieder frei bis Rheindorf; es betrug der Wasserstand bei Rhurort 10,33 Fuß, bei Rheindorf 11 Fuß. Von Rheindorf bis Mühlheim, Köln gegenüber, mit Eis erfüllt, frei zwischen Mühlheim bis zu den Unkelsteinen bei Unkel, oberhalb Königswinter. Bei Köln betrug die Wasserhöhe 12,5 Fuß. Von den Unkelsteinen eine halbe Stunde Weges weit saß der Strom fest, offen aber war er von da an bis St. Goar; jenseits dieser Stadt bis Manheim war er mit Eis angefüllt.

Vom 20sten an bemerkte man oberhalb Köln einige Bewegung im Rhein, und das unaufhörliche Regenwetter, welches nun eintrat, ließ vermuthen, daß der Aufbruch bald Statt finden werde. Besorgen aber mußte man mit Recht, daß die große Menge Schnee, welche gefallen war, durch Anschwellung der Nebenflüsse die verwüstenden Ereignisse des Jahres 1784 erneüern und vielleicht noch schrecklichere Folgen haben würde; um so mehr, als der untere Theil des Stroms fast ganz mit Eis verstopft war, und demnach den Abfluß der Wasser verhindern werde. Am 25sten Januar indeß fror der Rhein wieder zu, ohne daß das Eis eine große Stärke erreichte.

Am 26sten fing das Eis an, sich in Bewegung zu setzen, indem es abwechselnd wieder zum Stehen kam; Nachts stieg das Wasser bei Köln von 14 auf 23,5 Fuß. Am 27sten Morgens fing der Eisgang noch ein Mal an und stürzte mit einer fürchterlichen Geschwindigkeit an der Stadt vorüber; um 11 Uhr Vormittags saß es abermals fest, um 12 ½ Uhr nahm man auf's Neüe einige Bewegung wahr, Abends dagegen stand es wieder. Es war überhaupt nur auf einem Raume von zwei Stunden unterhalb Köln im Gange gewesen; da wo das Eis keinen Ausweg gefunden hatte, hat es sich dermaßen aufgethürmt, daß Mühlheim und Deütz ganz überschwemmt waren, und sich bei Köln selbst ein Wasserberg von 24 Fuß Höhe aufschüttete.

Den 28sten um 5 ½ Uhr Morgens setzte sich der Rhein bei Köln auf's Neüe in Bewegung, aber er blieb eben so plötzlich, als das erste

Digitized by Google

Mal, wieder stehen. Dieses Ereigniß erhöhte das Wasser bis 30 Fuß; der niedere Theil der Stadt wurde unter Wasser gesetzt, und viele Höfe der umliegenden Gegend, deren Bewohner sich mit ihrem Vieh auf die Flucht machen mußten.

Am selben Tage 10 Uhr Abends fing der Eisgang bei Düsseldorf oberhalb der Mitte der Stadt an, und das Wasser stieg plötzlich um fast 8 Fuß. Das Eis setzte sich unterhalb der Mitte der Stadt wieder fest und thürmte eine feste Mauer bis zu einer Höhe auf, von der man nie ein Beispiel gekannt hat; oberhalb der Stadt stieg das Wasser bis zur Deichkrone.

Den 29sten Abends setzten sich große Eismassen in Bewegung und verursachten an den Schiffen und Mühlen ungeheüern Schaden.

In der Nacht vom 30sten zum 31sten war das Eis oberhalb und vor Emmerich in vollem Gange, ohne jedoch Schaden zu thun.

Den 31sten um 11 Uhr Vormittags trat in die alte Mündung des Rheins, Schenkenschanz gegenüber, Wasser ein, und es ergoß sich eine große Menge durch dieselbe in den Niederrhein und den Yssel; da überdem das Eis noch weiter herab kam, so war der Rhein abwechselnd verstopft und durch die große Gewalt der Strömung alsbald wieder frei. Eine Stunde früher hatte sich der Kanal von Pannerden in Bewegung gesetzt; bei Arnheim aber und weiter abwärts war das Eis stehen geblieben.

An demselben Tage um 7 Uhr Abends setzten sich die Eismassen der Waal vor der Stadt Nimwegen mit einem furchtbaren Ungestüm in Bewegung und thürmten sich berghoch auf. Das Wasser, welches am 26sten auf $10,_{17}$ Fuß gestanden hatte, schwoll bis auf 15 Fuß; als es aber wieder etwas gefallen war, fing der Eisgang kurz nach Mitternacht wieder an; nun stiegen die Wasserfluthen sehr merklich und erreichten innerhalb einer Stunde die außerordentliche Höhe von 22 Fuß, worauf das Eis plötzlich wieder zum Stehen kam.

Den 1sten Februar setzte sich das Eis im Pannerdenschen Kanal, und die Waal that ein Gleiches zwischen Nimwegen und Flyck-Ewyck, das eine Stunde unterhalb der Stadt liegt. Bei Bemmel und Gent, oberhalb Nimwegen, fing das Wasser an über die Deiche zu treten, und eine Überschwemmung schien unvermeidlich zu sein. An demselben Tage wurden die Deiche zwischen Millingen und Kekendom überfluthet.

Den 2ten um 7 Uhr Abends begann der Eisgang in der Waal vor Nimwegen auf's Neüe, was ein Fallen des Wassers um 3 Fuß zur Folge hatte; aber eine halbe Stunde weiter abwärts kam das Eis wieder zum Stehen, worauf das Wasser bis zur ungeheüren Höhe von 24 Fuß an-

schwoll und mit großer Gewalt über die Deiche des Betuwe strömte. Bei Düffelt, an der Cleveschen Gränze, fand ein Deichbruch Statt, wodurch das ganze Land zwischen dem Rhein und dem Cleveschen und Nimwegischen Höhenzuge unter Wasser gesetzt wurde.

In der Nacht vom 2ten zum 3ten Februar löste sich das Eis vor Arnheim, aber es thürmte sich wieder auf eine halbe Stunde unterhalb der Stadt, wodurch das Wasser bis auf 19 Fuß stieg. Auch oberhalb, am Zollhause von Malburgen, hatte sich ein Eisdamm gebildet, so, daß die aufgestauete Wassermasse die Deiche, namentlich von Angeren und Huissen, zu brechen drohte. Der Malburgensche Damm und der Arnheimer Broekdyk wurden überfluthet; der Yssel war bei Westervoord noch mit Eis erfüllt.

Den 3ten setzte sich die Waal bei Nimwegen zum dritten Mal in Gang, was ein Fallen des Wassers zur Folge hatte; aber es bildete sich bald eine neüe Verstopfung, wodurch die Betuweschen Deiche in der Nähe von Hulhuisen und Gent stark überflutheten und in großer Gefahr des Bruchs waren; eben so war es bei Bemmel und Lent; doch die größte Überfluthung fand bei Oosterhout, etwas unterhalb Nimwegen Statt, wo man den Deich schon aufgegeben und verlassen hatte, als er durch die Unerschrockenheit des Deichwärters von Lent noch gerettet wurde. Auf der andern Seite des Stroms brach der Deich von Weurt; die ganze Gegend von Nimwegen ward überschwemmt, und das ganze Land zwischen Maas und Waal, wo man in dem untern Theil schnell eine Öffnung machte, um sich sobald als möglich des Wassers zu entledigen. An demselben Tage brach das Eis in der Waal bei Thiel, wo das Wasser 18 Fuß am Pegel stand; den 4ten setzte es sich aber wieder fest. Auch im Leck, bei Vianee, war das Eis am 4ten Nachmittags in Bewegung, und das Wasser stand 15 Fuß hoch; aber der Fluß stand bald darauf wieder fest; auch bei Schoonhoven war er an diesem Tage noch fest, und das Wasser fiel von 9 Fuß 7 Zoll auf 9 Fuß 2 Zoll. Zu gleicher Zeit war im Land van Heusden en Altena, so wie im Bommeler Waard noch alles ruhig, und das Eis stand; die Maas hatte am Pegel von Heusden 13,5 Fuß Wasserstand.

Die Eis- und Wassermasse, welche von den obern Gegenden der Flüsse herabkam, war sehr bedeütend, und die Lage des größten Theils von Holland dadurch aüßerst gefahrvoll geworden, besonders wenn die Flüsse in den untern Gegenden noch verstopft bleiben sollten. Den 5ten blieben Flüsse und Deiche in diesem kritischen Zustande, und die Waal hatte bei Nimwegen eine Höhe von 22 bis 22½ Fuß, indem sie abwech-

selnd stieg und fiel. Das Wasser stand an mehreren Punkten ober- und unterhalb der Stadt mit der Krone der Deiche in gleichem Niveau. Gefährliche Stellen waren möglichst geschützt worden, und man hatte alles mögliche angewendet, um das Überfluthen zu verhindern und so den Betuwe vor den Überschwemmungen zu schützen, welchen er bis dahin so oft ausgesetzt gewesen war. Der Ooysche Polder, welcher auf dem linken Ufer der Waal oberhalb Nimwegen liegt, stand tief unter Wasser, und der Oberrhein*) ergoß sich zum großen Theil auf diesem Wege in die Waal. Etwas oberhalb der genannten Stadt waren bei dem Wirthshause Batavia noch zwei Deichbrüche, welche den Bezirk Schependom bis zu einer bedeütenden Höhe überschwemmten. Die Schleüse von Baardwyk, welche das Hochwasser der Ober-Maas durch die aüßern Felder der Langstraat entladet, fing an zu spielen. Die Betuweschen Deiche wurden noch bei Angeren und Huissen überfluthet; doch nahm das Wasser hier etwas ab, als ein Deichbruch bei Alt-Zevenaar das Amt Liemers überschwemmte. Ober- und unterhalb Arnheim standen die Eismassen noch fest; bei der Stadt selbst aber war der Strom offen. Bei Wageningen fand noch kein Eisgang Statt, und das Wasser stand hier 19,58 Fuß hoch.

Am 6ten hatte der Dörnenbürger Deich, auf der Rheinseite, oberhalb Peppelgraaf einen Bruch erlitten, und nun wurde der Ober- und Nieder-Betüwe unter Wasser gesetzt. Die Verbindung über den Grifdyk oder Zandweg zwischen Arnheim und Nimwegen ward unterbrochen. Dieser Deichbruch bestand eigentlich aus zwei Rissen, von denen der eine 124 Fuß, der andere 56 Fuß lang war, während ein Zwischenraum von 48 Fuß Länge beide trennte. Die Wassermassen stürzten sich hindurch; als man aber bei einer schwierigen und gefährlichen Untersuchung fand, daß die Brüche noch keine sehr bedeütende Tiefe erlangt hatten, so entschloß man sich, sie einzuschließen, um auf diese Weise so viel als möglich den Ober- und Nieder-Betüwe, so wie das weiter unterhalb gelegene Land vor einer Überschwemmung zu retten, die durch ein neües, fast gewisses Anschwellen des Wassers um so gefahrdrohender war. Der Stand des Stromes und die Lage des Eises waren ohne Beispiel; alle Wasserbauwerke, welche die Bestimmung hatten, die Gewalt des Wassers zu brechen, wurden vom Eise zerstört und jede Verbindung unterbrochen. Der Strom verlor seinen gewöhnlichen Lauf und war in Eisberge verwandelt, deren scharfe Spitzen kaum die Dächer der Haüser erblicken ließen; die

*) So nennt man in Holland den Rhein oberhalb des Scheidungspunktes bei Pannerden.

Menschen irrten auf diesem Schauplatz der Verwüstung Hände ringend umher, bleichen Angesichts den nahen Tod vor Augen sehend.

Die Maas, welche am 6ten Februar bei Grave eine Höhe von 20¹/₃ Fuß hatte, stieg am 7ten noch um 6 Zoll, was ein Anschwellen ohne Beispiel ist. Der Deich wurde am 6ten bei Gossel überfluthet, doch einem Bruch noch vorgebeügt. Allein Tags darauf trat dieses Unglück ein, wahrscheinlich in Folge einer plötzlichen Aushöhlung unter dem gedachten Dorfe, wodurch Gossel und Esteren ganz unter Wasser gesetzt wurden. Seit zwei Tagen fürchtete man einen Bruch unter den Festungswerken der Stadt, bei der Bastion Bekaf, eine Befürchtung, die sich am 7ten verwirklichte. Der Strom stürzte sich in den innern Stadtgraben und überschwemmte den westlichen Theil der Stadt; der Fluß senkte sich nun um 1 Fuß. Das Eis stand noch und zwar so fest, daß man an einigen Stellen innerhalb der Deiche darüber gehen konnte, wodurch die Bewohner von Grave im Stande waren, vielen Verunglückten in der Gegend zu Hülfe zu eilen.

Bei Millingen war am 7. ebenfalls ein Deichbruch erfolgt, wodurch die Überschwemmung aller Felder zwischen dem Rhein und den Cleve-Nimwegenschen Höhen bedeütend stieg. Das Übel war um so größer, als der Deich des Ooyschen Polders bei der Mühle von Toren auch unterliegen mußte. Eine große Menge Rind- und Zugvieh kam um, und ein neü eintretender Frost verhinderte es, den unglücklichen Landbewohnern irgend eine Hülfe zu leisten.

Die Mündung des Yssels, bei Westervoort, stand am 8ten noch fest. Die Höhe der Überschwemmung im Amte Liemers wurde ungeheüer und das Unglück, welches daraus für die Bewohner der niedrigen Ländereien am Yssel entsprang, durch die außerordentliche Kälte noch vermehrt. Bei Brümmen, in der vormaligen Grafschaft Zütphen, stiegen die Fluthen über den Canonsdyk, und die Bewohner dieser Gegenden, denen dieser Schutz nun unnütz geworden war, mußten sich auf die Flucht machen. Die Brücke oder Vanne, welche im obern Theil liegt, wurde fortgerissen. In der Nacht vom 8ten zum 9ten brach der Yssel-Deich bei Twello, am Velüwe-Zoom, und die niedrigen Ländereien auf dieser Seite wurden unter Wasser gesetzt.

Am 9ten hatte die Waal bei Nimwegen noch 23¹/₂ Fuß; der untere Theil der Stadt war überschwemmt, und diese Überschwemmung, von der strengen Kälte gefroren, diente als Straßenpflaster. Die Wasser, welche das Land zwischen Maas und Waal bedeckten, verursachten, indem man sie beim Dorfe Dreümel theils durch die Schleüsen, theils durch einen

Deichstich abließ, ein plötzliches Anschwellen unterhalb Thirl. An diesem Tage betrug die Wasserhöhe bei Heüsden 15,75 Fuß, und die Ablaßschleüse bei Bardwyk spielte in einer Höhe von ungefähr 15½ Zoll. Die Eisanhaüfungen im Bosche-Veld, so wie die Eishaufen, welche sich, wie man vermuthete, im Stortabed an der obern Mündung der Ablaßschleüse gebildet hatten, sind wahrscheinlich die Ursache gewesen, daß eine so geringe Wassermenge ihren Abfluß fand; denn ohne diese Umstände hätte die Schleüse mit einer Höhe von mindestens 3 bis 4 Fuß spielen müssen, wenn man den Wasserstand der Maas bei Heüsden berücksichtigt. Die Maas-Fluthen fanden außer den gewöhnlichen Wegen noch einen Abfluß durch einen Bruch des Hamer Deichs bei dem Dorfe Lith, welcher im Jahre 1795 entstanden und noch nicht wieder hergestellt worden war. So zogen die Wasser, vereinigt mit denen der Beersche-Maas längs den Bosch (Herzogenbusch) nach der Ablaßschleüse von Bardwyk, und durch diese hindurch quer über die aüßeren Ländereien der Langstraat nach dem Berg'schen Veld.

Den 10ten wuchs das Wasser in der Schleüse von Bardwyk, in Zeit von einer halben Stunde, um 3⅓ Fuß, wodurch ihre Rampe Schaden litt, den man aber bald wieder ausbesserte; aber das Wasser blieb immer in der Deichhöhe, und das Eis haüfte sich auf der Krone der Deiche an. Am 12ten zeigte der Heüsdener Pegel 16,87 Fuß, und das Eis verhinderte noch immer die Wirksamkeit der Bardwyker Schleüse. Der Schaardyk am Bovenspyk war überfluthet worden und hatte sehr gelitten; beim Labith, am alten Rhein, stieg das Wasser 2 Fuß höher als im Jahre 1784, und es blieb immer sehr hoch, indem es am 14ten nur einen Fuß unter dem Deich des Bovenspyk stand.

Den 15ten liefen die Überschwemmungs-Wasser des Betüwe allmälig ab, durch einen ungefähr drei Zoll breiten und hohen Durchlaß im Aalter Deich bei Büren; es entstand daraus ein geringes Steigen der Linge und ein Anschwellen von 2 Zoll bei Asperen. Im Bommeler Waard hatte sich bis jetzt noch nichts ereignet. Man war unaufhörlich damit beschäftigt gewesen, die Deiche am nördlichen Ufer des Leck-Stroms in gehörigen Stand zu setzen; und besonders waren es die Vorkehrungen, welche man bei der Schleüse von Vreeswyk und in den Umgebungen traf, so wie auch die Anstrengungen für die Verstärkung des sehr schwachen Deichs von Leckerkerk, die schöne Beweise vom Eifer für das Gemeinwohl lieferten.

An demselben Tage, den 15. Februar, setzte sich das Eis in Bewegung und auf's Neüe in Gestalt von Eisbergen wieder fest von der klei-

nen Stadt Ürdingen (welche von ihren Bewohnern verlassen worden war, weil das Wasser daselbst 32 Fuß hoch stand) bis zwei Stunden oberhalb Wesel. Bei Ruhrort hatte das Wasser 29 Fuß Höhe des Pegels von Emmerich und überstieg die Deiche um 2½ Fuß; und da unterhalb des Eisdammes bei Wesel die Höhe 13 Fuß 2 Zoll betrug, so hielt dieser Wall eine Wassersaüle von 16 Fuß Mächtigkeit auf. Bei Emmerich hatte der Strom 22 Fuß 3½ Zoll, und er wuchs noch immer. Er stand 8 Zoll über dem Spyker Deich; indeß wurde dieser noch immer gehalten, obwol die Gefahr eines Bruchs immer außerordentlich groß blieb. In den Düffelter Deichen bei Düffelwaarte war ein zweiter Bruch entstanden, durch den eine große Wassermasse über den Doyer Deich in die Waal bei Nimwegen stürzte. Die Wasser waren daselbst am 17ten bis 24 Fuß gestiegen und überflutheten die Deiche des Betüwe. Im Lande zwischen Maas und Waal war Alles noch im schrecklichsten Zustande, und im Quartier von Nimwegen stand das Wasser 4 bis 5 Fuß höher als im Jahre 1784; — eine beklagenswerthe Lage für die Bewohner, welche einen großen Theil ihres Viehstandes in den Fluthen umkommen sahen.

Am 17ten stieg das Wasser bei Heüsden 16 Fuß 5 Zoll, eben so wuchs es bei Bardwyk. Im Bommeler Waard und im Lande von Altena und Heüsden war Alles noch im guten Stande. Bis jetzt bemerkte man noch keine Bewegung weder in der Yssel-Mündung noch im Niederrhein. Die Eisanhaüfung bei Wesel hatte sich am 19ten in Gang gesetzt. Oberhalb Nimwegen, bis zum Deichbruch bei Weurt, blieb der Fluß immer sehr hoch. Gegen die Stadt hin war das Wasser zwar etwas gefallen, aber es stieg wieder am 19ten auf 23,33 Fuß, und alles Wasser, welches von den unterhalb des Deichbruchs aufgethürmten Eismassen gestauet wurde, nahm seinen Lauf zum großen Theil in das Land zwischen Maas und Waal. Der Deichbruch von Peppelgraaf war möglichst verschlossen worden, aber am 19ten mußten diese Notharbeiten dem Andrang der Wassermassen unterliegen, und die Ereignisse, welche nun folgten, nahmen alle Hoffnung, den Betüwe und das abwärts liegende Land vor einer hohen Überschwemmung zu beschützen.

Durch das beständige Überfluthen der Deiche im Over-Yssel hatten die Wasser die Stadt Zwol erreicht, die mitten in einem See lag. Der Mastenbroek und der Heerenbroek, zwischen dieser Stadt und Campen, waren ebenfalls überschwemmt und die Verbindung unterbrochen; nach Deventer hin standen alle Felder, so wie Assendorf, Schelle und das ganze Land bis zum Yssel-Deich unter Wasser. Der Deich von Snippe-

lings bei Deventer war gebrochen und der Fluß hatte sich daselbst eine Öffnung von 30 bis 40 Fuß gemacht.

Am 19ten stieg das Wasser bei Heüsden auf 17 Fuß 8 Zoll; Tages vorher hatte die außerordentliche Gewalt der Wasser- und Eismassen mehrere Brüche im Ryse-Stortabed, an der Ablaßschleüse von Baardwyk, bewirkt und einige Eisblöcke zertrümmert. Oberhalb der Schleüse setzte sich das Eis am 19ten um 3 Uhr Nachmittags in Bewegung; der Weg ging über den Deich nach Baardwyk und Waalwyk zu, wodurch das Wasser in der Ablaßschleüse bedeütend fiel. In der Nacht vom 19ten zum 20sten kam das Eis von Bommel und weiter unterhalb vor Buuren in Gang; allein diese Bewegung hörte bald auf, und das Eis thürmte sich von Neüem gegen den Deich auf und warf ein Bauerhaus und einen dabei stehenden Heüschuppen um.

Längs des Leck-Stroms war noch Alles in Ruhe, und bei Schoonhoven stand das Wasser beständig 8 Fuß hoch; am 19ten ging man daselbst mit Wagen und Pferden über. Die Maas war vor Brielle frei; aber vor Maassluis stand die Eisdecke so fest, daß man sie am 19ten zu Fuß passiren konnte. Den 20sten Februar passirten große Eisfelder vor Emmerich vorbei, das Wasser stieg 24 Fuß hoch, überschwemmte den größten Theil der Stadt, in der viele Haüser durch die schwimmenden Eisschollen beschädigt wurden. Alle Deiche auf dem rechten Ufer des Rheins von Wesel bis zur alten Mündung des Rheins wurden aber erhalten; doch litt das Dorf Beek außerordentlich, und der Deich bei Lüttingen, Schenkenschanz gegenüber, bekam einen Bruch. Auch die Haüser litten vielen Schaden durch die Eismassen, von denen sie gleichsam eingewickelt wurden.

Die Waal vor Nimwegen war am 20sten Februar in kurzer Zeit um 1 Fuß gestiegen, so daß bei Oosterhout die Wasser einen Fuß hoch über die Deiche strömten. Die folgende Nacht war für diese Gegenden eine der schrecklichsten. Fürchterliche Eismassen kamen von Düffelt über die Ooyschen Deiche herab und stürzten sich bei Nimwegen in die Waal, während die unterhalb der Stadt aufgethürmten Massen unbeweglich blieben. Die Eisschollen, deren einige eine Größe von mehreren Morgen hatten, waren wie eingewurzelt und boten das seltsame Schauspiel schwimmender Baüme dar, die sie mit fortgerissen hatten, so Weiden und andere Gesträuche. Fünf von diesen Eisfeldern trugen ein jedes das Dach eines Hauses auf ihrem Rücken, und in einem derselben hörte man das Heülen eines Hundes; aber von Menschen war keine Spur zu erblicken. Dieser schreckliche Eisgang dauerte von 7 Uhr Abends bis Mitternacht. Ein Eis-

block riß in dem Dorfe Lent, welches Nimwegen gegenüber liegt, ein kleines Haus, welches am Deiche lag, mit sich fort; während ein anderer, der seinen Weg auf die Stadt zu nahm, mehrere Haüser umstürzte und viele andere stark beschädigte.

Das Wasser stieg nun zu der außerordentlichen Höhe von 26 Fuß, anderthalb Fuß über die höchsten Theile des Deichs von Betüwe, der noch immer unter den größten Anstrengungen erhalten wurde. Das Überfluthen bei Gent und Bemmel war so stark, daß alle Bemühungen zur Abwehr desselben erfolglos blieben und der Deich endlich brechen mußte; dies geschah bei der Schleüse von Bemmel. Der Ober- und Nieder-Betüwe wurden nun unter Wasser gesetzt, ebenso alle niedrigen Ländereien, welche längs der Waal liegen. Weiter unterhalb hatte sich die Waal von Bommel nach Brakel in Bewegung gesetzt, nicht minder die Maas bei Well, Stederweert und Aalts. Der Deich von Brakel war an zwei oder drei Stellen beim Steigen des Wassers gebrochen worden, wodurch der untere Theil des Bommeler Waard, namentlich die Dörfer Brakel und Poederoyen überschwemmt wurden. Am selben Tage, den 20sten, fing um 4 Uhr Nachmittags der Merwede vor Gorinchem an zu treiben, aber das Eis setzte sich sogleich wieder bis zum 21sten um 6 Uhr Morgens, als auf's Neüe die Bewegung anfing, die aber nur eine halbe Stunde dauerte. Ungefähr um dieselbe Zeit war das Eis vor Hardingsveld und in den Kils noch unbeweglich, was zur Folge hatte, daß die Stadt Gorinchem unter Wasser gesetzt wurde. Nachmittags trat der Eisgang wieder ein, und da gleichzeitig der West-Kil sich öffnete, so fiel das Wasser in der Stadt um einen Fuß.

Die Eisschollen hatten sich bei Hardinxveld an mehreren Stellen auf dem Deiche zusammen geschoben, eben so an den hohen Ufern des Eloppenwaard; doch ließen sie den Deich unbeschädigt. Der Eisgang vom 20sten hatte einen Theil des Wachhauses außerhalb des Wasserthors von Gorinchem mit fortgerissen. In der Maas fing der Eisgang vor Grave am 21sten Februar an, hörte aber bald nachher wieder auf. Die Deiche von Neder Asselt und Keent brachen, viel Vieh ertrank in diesen Dörfern und in Balgooy, und ein heftiger Sturm vereinigte sich mit dem fließenden Element, um in der Nacht vom 21sten auf den 22sten eine Menge Haüser zu zerstören. Am selben Tage, Morgens 5 ½ Uhr, setzte sich die Waal bei Rossüm in Bewegung; in kurzer Zeit war die am Deich stehende Kornmühle von den Eismassen zertrümmert, die an der Stelle, wo sie gestanden hatte, sogar einen Hügel aufschütteten. Der Fluß verstopfte

sich von Neüem und stieg in jeder Stunde um einen halben Zoll. Auch im Bylandschen Kanal war der Eisgang eingetreten, in der alten Mündung des Rheins aber stand Alles noch fest.

An demselben Tage fand ein ungeheürer Eisgang von Zütphen bis unterhalb Deventer Statt. An dem zuletzt genannten Ort war das Wasser auf 21 Fuß 2 Zoll gestiegen; und etwa eine Stunde unterhalb der Stadt hatte sich das Eis verstopft, wodurch das Wasser bis an die Deichkrone stieg. Über den Snippelinger Deich lief es beständig anderthalb Fuß hoch, und die Fluthen nahmen so überhand, daß alle Anstrengungen zur Befestigung des Deichs unmöglich wurden. Bei Arnheim stand das Eis fest, und das Wasser stieg und fiel abwechselnd. Nachmittags den 22sten brach der hohe Maasdeich bei Hedikhuizen, eben so der nördliche Waaldeich oberhalb Büüren um 11 Uhr Abends. Dadurch wurde erstens das Land von Heüsden und Altena und zweitens der Thieler-Waard überfluthet. Der Bruch des hohen Maasdeiches erfolgte plötzlich durch einen ungeheüern Eisblock genau an derselben Stelle, wo er schon im Jahre 1795 zerstört worden war; das Eis hatte den Deich überschritten und sich zwanzig Fuß aufgethürmt. In Folge dieses Bruchs nahm die Strömung ihren Lauf nach dem Haartsteeg, wie im Jahre 1795, und riß das Gemeindehaus, so wie fünf andere Haüser mit sich fort.

Die innere Böschung des Deiches wurde von der Strömung so angegriffen, daß sich an mehreren Stellen tiefe Löcher aushöhlten. Zwanzig Menschen kamen bei diesem unerwarteten Deichbruch in den Fluthen um's Leben. Die Wasser stürzten mit einem Ungestüm heran, daß keine Zeit zur Rettung blieb. Hundert siebenzig Menschen, Männer, Frauen und Kinder, waren auf dem Deich versammelt; denjenigen, welche sich auf der Heüsdener Seite des Deichbruchs befanden, konnte nach und nach Hülfe gebracht werden; aber die Lage derjenigen, welche sich auf der andern Seite befanden, war höchst beklagenswerth, weil man nicht ohne die größte Lebensgefahr das Eis passiren konnte.

In der Nacht vom 22sten auf den 23sten wurde der Meydyk im Bommeler Waard an zwei Stellen durchbrochen. Am 23sten war das Wasser an den Mündungen der Waal und des Pannerdenschen Kanals bis zur Deichkrone gestiegen und drohte mit neüen Brüchen; als aber das Eis in der Waal in Gang gekommen war, erfolgte im Kanal von Pannerden ein Sinken von 6 Fuß. An demselben Tage betrug die Wasserhöhe bei Schoonhoven 8 Fuß 2 Zoll und die Inundationen im Betüwe und in

den Gebieten von Büüren und Kuilenborg hatten sich schon bis zum Diefdyk ausgedehnt. Am 24sten fingen die Eismassen vor Arnheim an, sich in Bewegung zu setzen; das Wasser war daselbst bis 16 Fuß 11 Zoll gestiegen. Der Strom blieb zwischen dieser Stadt und Pannerden in freier Cirkulation; aber der Yssel-Mund stand noch, doch trat auch hier kurz darauf der Eisgang ein. Alle Kils (Kanäle) von Werkendam waren an demselben Tage offen, eben so die untern Flüsse; doch stand der ungeheüre Eisdamm bei Hardinxveld noch immer fest.

Den 25sten waren die Fluthen vor dem Diefdyk bis 2 Fuß unter seiner Krone gestiegen; aber am 26sten nahmen sie an Höhe ab, und überall fing das Sinken derselben an. Am 27sten sah man nirgends mehr auf den Flüssen Eis, und weiter unterhalb längs des Niederrheins und des Leck war der Eisgang glücklich abgelaufen; zwar hatten sich an einigen Stellen, u. a. bei Beüsichem, Lekkerkerk und Krimpen, Eismassen aufgethürmt, aber mit dem steigenden Wasser waren sie mit fortgeführt worden. Auch auf dem Yssel waren sie ohne großes Unglück verschwunden, obwol zwischen Zwol und Campen ein sehr gefahrvoller Eisdamm gestanden hatte und die Deiche dem Bruch sehr nahe gewesen waren. Die Vechte, ein kleiner Fluß, welcher aus dem Münsterlande kommt, hatte hinter Zwol die Deiche des linken Ufers zerstört und einige Bauerschaften unter Wasser gesetzt. Die Inundationen des Bommeler Waard hatten durch einen Deichbruch an der Waal-Seite unterhalb Züilichem noch zugenommen. Die Pegel von Pannerden und Doesburg waren fortgerissen worden; an diesen Punkten konnten also keine Beobachtungen gemacht werden.

So dauerte also dieser furchtbare Eisgang volle vier Wochen, und noch den ganzen März-Monat hindurch stand ganz Holland mehr oder minder unter Wasser. Im Februar war ein großer Theil der Stadt Düsseldorf überschwemmt, und der Schaden, welcher durch das Eis verursacht wurde, war bedeütend. Duisburg lag in einem See, und von dem Städtchen Ruhrort blickten nur die Dachforste der Haüser aus dem Wasser hervor; in der Grafschaft Meurs stand das Wasser fünf Fuß höher als im Jahre 1784. Folgende Tafel giebt eine vergleichende Übersicht der Wasserhöhe, der größten und mittlern des ganzen Monats Februar in den denkwürdigen Jahren 1784 und 1799; das Maaß ist rheinländisches:

Pegel bei	1784.		1799.	
	Maximum.	Medium.	Maximum.	Medium.
Köln	39′ 9″	18′ 6″	24′ 9″	19′ 7½″
Emmerich . . .	20 1	10 7	22 4	20 2½
Pannerden . . .	20 6	9 8	. . . .	. . . . .
Nimwegen . . .	20 2	7 10	24 4	21 2½
Arnheim	15 11	8 4½	19 6	14 3
Gorinchem . . .	5 10	2 3½	13 1	10 2
Vianen	10 8	8 1½	16 10	13 0
Doesburg . . .	9 9	5 9	. . . .	. . . .
Zütphen	10 8	6 0	20 8	17 4½
Grave	19 10	4 8	20 10	17 7½

Alle diese Höhen beziehen sich auf die Nullpunkte der Pegel, die sich, nach Krayenhoff's Nivellement, folgender Maßen über den Nullpunkt des Amsterdamer Pegels erheben:

	Rheinl. Maaß.	
Emmerich	34′ 5″ 8½‴	Rhein.
Pannerden	25 7 3	—
Nimwegen	19 9 10	Waal.
Arnheim	22 0 2	Rhein.
Gorinchem	1 2 4	Merwede.
Vianen	4 6 6	Leck.
Doesburg	16 9 5½	Yssel.
Zütphen	8 7 8	—
Grave	15 5 6½	Maas.

Außer den Überschwemmungen, welchen die großen Ströme in Folge der Eisgänge ausgesetzt sind, erfolgen diese Fluthen auch zuweilen in andern Jahreszeiten durch das Schmelzen des Schnee's auf den höheren Gebirgen oder durch heftige Regengüsse, deren Wirkungen und die Art der Bewegung der Wassermasse, welche sie in den Strömen veranlassen, wir zum Theil aus dem oben Gesagten ableiten können. In unsern Klimaten, wo die jährlich aus der Atmosphäre niederfallende Wassermenge ziemlich nahe durch alle Jahreszeiten gleich vertheilt ist, sind daher auch die hieraus entstehenden Überschwemmungen fast nur das gewöhnliche Produkt einer zufälligen Vermehrung derselben, und halten weder in Beziehung auf die Zeit ihres Eintretens, noch die Dauer ihres Anhaltens irgend einen regelmäßigen Verlauf. Oft vergeht bei uns ein Winter, ohne daß die auf ein Mal zerschmelzende Schneedecke stark genug wäre,

durch ihr Wasser den Fluß aus den Ufern zu treiben; dagegen ereignet sich, vielleicht gerade in der wärmsten Jahreszeit, leicht ein Wolkenbruch oder Gewitterregen, welcher eine ungeheüre Wassermasse auf einen verhältnißmäßig sehr beschränkten Raum in kurzer Zeit ausschüttet, und dann ist auch sogleich die Inundation da; allein sie betrifft nur den Fluß, über welchem das Wasser sich ergossen hat, und die bedeütenderen Flüsse in der Nähe behalten dabei ihren alten, vielleicht oft gerade sehr niedrigen Stand. Es sind daher die Überschwemmungen bei uns immer nur zufällige, weder in der Größe noch in ihrer Dauer irgend einer gemeinsamen Regel unterworfene Ereignisse, und sie würden, wie u. a. schon Buffon sehr gut auseinandergesetzt hat, in der That auch noch viel ephemerer sein, würde nicht das Wasser, indem es nach seinem Austreten so sehr an Geschwindigkeit verliert, nun veranlaßt, nur sehr langsam sich fortzubewegen und mit Mühe die Strecke des flachen Landes zu verlassen, über welche es sich ausgebreitet hat. —

Ganz anders dagegen gestaltet sich dieses Phänomen in den wärmeren Klimaten, und namentlich in denjenigen Gegenden der Erde, welche innerhalb der Wendekreise liegen; dort ist, wie wir aus einem früheren Abschnitt unserer geographisch-physikalischen Berichte wissen, die Wassermasse, welche die atmosphärischen Niederschläge geben, das ganze Jahr hindurch keineswegs gleichartig vertheilt. Die Witterung theilt sich in diesen tropischen Klimaten in zwei sehr entschieden gegen einander hervortretende Jahreszeiten, in deren einer es gar nicht oder doch nur höchst selten, in der andern dagegen haüfig und reichlich regnet, und die man daher bekanntlich die trockene und die nasse zu nennen pflegt. —

Dieses merkwürdige Verhältniß muß natürlich auch in dem Stande der Flüsse jener Länder sich auf eine entsprechende Weise wiederspiegeln, indem hier die Phänomene des hohen und niedern Wasserstandes einen periodisch regelmäßig wiederkehrenden Verlauf innehalten, und mit allen den Einflüssen thätig sind, welche die Vermehrung oder Verminderung des Wassers der Flüsse auf die Kultur eines Landes hat; ein Gegenstand großer Beachtung und Wichtigkeit für ihre Anwohner. Eben deshalb wird auch in diesen Gegenden der Erde das jährliche Austreten der Flüsse mit besonderer Aufmerksamkeit betrachtet; denn es ist ein, sich nahe gleich bleibendes, regelmäßig zu denselben Zeiten wiederkehrendes Phänomen, und tritt aus der Reihe der zufälligen in die der gesetzmäßigen Ereignisse über, welche bei den Flüssen dieser Länder allgemein und in Zeitraümen eintreten, welche nach der gegenseitigen Lage durch Vertheilung des Wechsels der Jahreszeiten bedingt sind.

Es haben sich daher auch alle Flüsse der Tropenländer und der ihnen nahe liegenden Erdstriche ihre mehr oder minder regelmäßigen periodisch wiederkehrenden Übertritts-Epochen: der Ganges und Indus und die mächtigen Ströme Hinterindiens bedecken alljährlich kürzere oder längere Zeit hindurch, besonders in der Nähe ihrer Mündungen, die benachbarten Landstriche; der Euphrat und Tigris setzen jährlich ein Mal ihr Mesopotamien unter Wasser und geben diesem Lande die schon von den Alten gerühmte Fruchtbarkeit. Die großen Ströme von China überschwemmen regelmäßig alle Jahr das von ihnen durchströmte Land, und machen es geeignet zum Anbau des Reis, der die allgemeine Quelle der Nahrung für die zahlreiche Bevölkerung dieses kolossalen Reiches ist. Ganz unter ähnlichen Verhältnissen finden wir die großen oft genannten Ströme von Südamerika wieder; der Amazonenfluß, der Orinoco und besonders der Rio de la Plata haben ihre regelmäßigen Überschwemmungen, und eben so die größeren Flüsse von Afrika, der Senegal, der Niger, der Oranje-River in der Nähe des Kap der guten Hoffnung, welcher zuweilen in der wasserlosen Jahreszeit fast ganz austrocknet, in der nassen dagegen ein mächtiger Strom ist; keiner indeß zeigt diesen Wechsel seines Standes, nicht nur in Afrika, sondern wahrscheinlich auf der ganzen Erde überhaupt, regelmäßiger als der Nil, und vielleicht ist auch bei keinem andern Strome der Einfluß seiner Überschwemmungen auf die Kultur-Verhältnisse des an ihn gränzenden Landstrichs größer als hier; wir wollen daher die Betrachtung dieses Gegenstandes mit einigen Erlaüterungen über dieses specielle Verhältniß beschließen.

Erinnern wir uns hiebei zunächst an das, was oben schon von der eigenthümlichen Bildung des Nilthales in seinem unteren Theile, sobald der Nil nach Ägypten eingetreten ist, erwähnt wurde, so wird der merkwürdige Einfluß, welchen seine Überschwemmungen ausüben müssen, sogleich klarer werden, wenn wir die angegebene Gestalt des Landes mit seinen klimatischen Verhältnissen vergleichen. Zwischen trockenen und wüsten Gebirgsketten sehen wir das Thal von Ägypten wie einen vormaligen Meerbusen, fast parallel dem arabischen Meere sich von Cairo bis zu den Katarakten von N. nach S. etwa 100 deütsche Meilen landeinwärts erstrecken, mit sehr nahe wagerechtem Boden und allein von dem Nile bewässert, der in diesem ganzen Abschnitte seines Laufes keinen einzigen, auch nicht den geringsten Zufluß empfängt.

In diesem ganzen Landstriche regnet es nie, und es erhält daher nur derjenige Theil seiner Oberfläche die zum Gedeihen der Vegetation nothwendige Wassermasse, welcher von dem Wasser des Niles selbst unmittel-

bar getränkt wird. Die weiten Sandflächen auf der Höhe der die Thalebene einfassenden Bergketten und die angränzende Wüste der Sahara vermögen der Atmosphäre durch Erwärmung kein verdunstendes Wasser zu geben, und können auch von ihr keines empfangen, da der senkrechte Sonnenstrahl des tropischen Klima sie erwärmt, und von der brennenden Fläche durch Strahlung fortwährend so viel Hitze entwickelt wird, daß sie den Wassertropfen, welche etwa aus den Wolken über ihr niederfallen sollten, es wehrt, auf den Boden zu reichen und sie nöthigt, wieder in Dampf verwandelt weiter zu ziehen. Indeß sind doch diese sandigen heißen Flächen, wie Girard vollständig entwickelt hat, die mittelbare Ursache von dem Wasserreichthum, welcher Ägypten von oben her das ersetzt, was von seinen Rändern ihm nicht werden kann. Die kühle feüchte Luft nämlich, welche nordwärts dieser Wüste den Spiegel des Mittelländischen Meeres bedeckt, wird genöthigt, sich beständig mit der heißen verdünnten Luft, welche über der Wüste schwebt, ins Gleichgewicht zu setzen; sie strömt zu ihr hin, um die Lücke zu füllen, und so herrschen denn in jenen Gegenden fast das ganze Jahr hindurch ununterbrochen Nordwinde. Je höher die Sonne steigt, also zur Zeit ihrer nördlichen Deklination, desto stärker werden sie wehen, je tiefer sie sinkt, desto schwächer; allein in ihrem Fortschreiten über die Wüste treffen die mit Feüchtigkeit beladenen Luftschichten den hohen Gebirgssaum der Berge Abyssiniens und ihrer östlichen Fortsetzung, welche den Nordrand des Hochlandes von Afrika bilden. Hier ihre mitgebrachte Feüchtigkeit, durch die verminderte Temperatur bewogen, absetzend, lagern sich mächtige Wolkenmassen an die Gebirge, und reichliche Regen stürzen herab, die Quellen des Nilstroms ernährend, und immer reichlichere Wassermassen schüttend, je höher die Sonne steigt. Daher hangt auch der Stand dieses Flusses, wie die Alten so vielfach durch symbolische Andeütungen auszudrücken suchten, so innig mit dem Stande der Himmelskörper zusammen, und schon Herodotos wußte es sehr wohl, was alle späteren Reisenden einstimmig berichten, daß in den Abyssinischen Gebirgen zur Zeit des höchsten Standes der Sonne sehr reichliche Regen fallen, die das Anschwellen des Nils in Ägypten veranlassen. Der Gang aber, welchen die Höhe des Stromes in den verschiedenen Jahreszeiten nimmt, ist nach Girard's Beobachtungen folgender.

Das erste Steigen des Nils beginnt in der letzten Woche des Juni zuerst bei den Kataraktén von Syene, in Cairo aber wird es erst im Anfange des Juli bemerkt; es geht anfangs sehr langsam und ist in den ersten 6 bis 8 Tagen kaum merklich, dann aber wird es schneller, und um

den 15ten August hat es zu Cairo etwa seine halbe Höhe erreicht; bis zur größten Höhe braucht es dann noch etwa 6 Wochen Zeit, und es erreicht sie gewöhnlich in den Tagen zwischen dem 20sten und 30sten September (1799 am 23sten September, 1800 erst am 4ten Oktober). In dieser Höhe erhält sich der Stand gewöhnlich etwa 14 Tage im Gleichgewicht, und dann beginnt das Sinken, so daß er bis zum 10ten November schon wieder auf die Hälfte gefallen ist, und von dieser Zeit an sinkt er sehr allmälig bis zum 20sten Mai des folgenden Jahres, wo er bis zum Anfange des Juli in den Beharrungszustand tritt, wie die von Girard entworfene Curve sehr deütlich darstellt. — Man kann demnach in Ägypten nach dem Stande des Nilwassers drei Jahreszeiten unterscheiden: vom December bis zum März niedrigster Stand, vom April bis Juli mittlerer und vom August bis November höchster Stand. Die Höhe, welche der Nil bei seinen Anschwellungen erreicht, ist in den verschiedenen Jahren sehr verschieden; 1799 war sie sehr gering, und man hatte ein schlechtes Jahr, dessen ungeachtet stieg das Wasser zu Cairo 21,10 Pariser Fuß über seinen niedrigsten Stand, 1800 dagegen war die Schwelle ungewöhnlich stark und stieg bis zu 24,5 Fuß; Girard glaubt deshalb das Mittel derselben zu 22,80 Fuß annehmen zu müssen. Aus den von ihm angestellten Messungen geht übrigens hervor, daß die Wassermasse des Stromes bei diesem höchsten Stande etwa nur um das 9fache gegen den niedrigsten vermehrt wird.

Künstlich an seinen Ufern durch diese beschränkt, läßt man das Wasser auf die benachbarten Ebenen erst dann strömen, wenn es seine größte Höhe sehr nahe erreicht hat; und beständig durch Querdämme, welche in gemessenen Zeitraümen nach einander durchstochen werden, in seinem Fortschreiten aufgehalten, läßt es den mitgebrachten Schlamm auf die Äcker fallen und düngt und durchnäßt sie so zu gleicher Zeit für das ganze darauf folgende Jahr. Ohne hier auf eine Beschreibung dieser uralten und künstlichen Bewässerungsanstalten, welche in Ober- und Mittel-Ägypten zum Theil sehr von einander abweichen, einzugehen, wollen wir noch ein Paar Worte über die aus diesem jährlich erneüerten Vorgange entstehende jähe Erhöhung des Bodens einschalten, welcher muthmaßlich ganz Ägypten nicht nur seine gegenwärtige Gestalt, sondern wol auch seine Entstehung verdankt. — Mit der Erforschung dieses Gegenstandes durch Messungen hat sich insbesondere Girard beschäftigt. Er hat es deütlich gezeigt, daß mit der Erhebung des Bodens der ägyptischen Ebene sich immer zugleich auch das Bette des Flusses gleichartig erheben müsse; denn geschähe dieses nicht, so könnte es nur zwei

Fälle geben, entweder erhöhte der Fluß sein Bette mehr als die Ebene, oder weniger; im ersten Falle würde dann die Höhe der Überschwemmungen zunehmen müssen, mit dieser aber auch die Höhe ihrer Absätze, und so würde das Verhältniß beider Niveau's sich gleich bleiben; fände dagegen der letztere Fall Statt, so würden bald die Anschwellungen das Land nicht mehr bedecken, dann aber könnte sich das Bette nur allein noch erhöhen, und das alte Verhältniß müßte sich wieder herstellen. Deshalb hielt es auch Girard für zweckmäßig, die alten Nilmesser, welche sich noch unverrückt an der Stelle befinden, an welcher sie aufgestellt worden sind, zu untersuchen; und da man wol annehmen darf, daß die jährlich aus den abyssinischen Bergen zuströmende Wassermenge sich im Mittel gleich geblieben ist, so würde der Unterschied des Standes der hohen Fluth zwischen jetzt und damals, als diese Pegel erbaut wurden, ein sehr gutes Anhalten zur Bestimmung der Erhöhung des Bodens in einem gegebenen Zeitraume darbieten. Auch gelang es ihm, diese Beobachtungen, mit den gehörigen historischen Daten unterstützt, anzustellen; er fand der Nilometer, welche zu diesem Zwecke brauchbar waren, noch zwei in der gewünschten Lage: den einen bei der Insel Elephantine mit einer Inschrift, welche zeigte, daß seit den Zeiten des Kaisers Septimius Severus (193 — 211 n. Chr.), also in etwa 1600 Jahren sich die Oberfläche des geschwollenen Stromes (und also auch seine Grundfläche) um $6,_{49}$ Par. Fuß erhöht habe, eine Größe, welche $0,_{405}$ Par. Fuß Bodenerhöhung auf das Jahrhundert ausmacht. Das zweite Nilometer war das der Insel Roudeh zu Cairo; dieser Pegel ist erweislich unter den Califen im Jahre 847 errichtet, und jetzt steht schon der höchste Stand des Nils an ihm um $3,_{55}$ Fuß höher als damals; dies giebt dann für ein Jahrhundert bei Cairo $0,_{369}$ Fuß Erhöhung, eine Größe, die nahe genug mit der vorigen übereinkommt, und statt welcher wir am besten das Mittel $0,_{388}$ Fuß annehmen.

Von diesem Grundsatz ausgehend, untersuchte nun Girard das Alter vieler im Nilthale befindlichen Monumente, und bemühte sich, die Periode ihrer Erbauung nach der Größe der Verschlämmung des Bodens zu bestimmen, auf welchem sie errichtet worden waren. Die Einzelnheiten dieser Arbeit sind ungemein interessant, und der Scharfsinn, mit welchem die darin aufgestellten Kombinationen zum Zwecke verwandt worden sind, führte ihn zu merkwürdigen Resultaten. So fand er u. a., daß sich seit der Erbauung der ältesten Theile von Theben der Boden des Nilthales um nicht weniger als etwa 18½ Fuß erhöht haben müsse, und er schloß daraus auf ein Alter von 4760 Jahren, d. h. 2960 v. Chr.

Weiter unterhalb kamen ihm im Nilthale so tief verschlämmte Ruinen nicht mehr vor, und es ließ sich daher aus diesen geologischen Forschungen die Überlieferung der ältesten Schriftsteller des Alterthums bestätigen, daß muthmaßlich die oberen Theile Ägyptens viel früher aus dem Wasser hervorgingen und früher bewohnt werden konnten, als die unteren; der Obelisk von Heliopolis deütete nur auf ein Alter des Schlammabsatzes von 3000 Jahren (1200 v. Chr.).

Es bleibt uns noch übrig, einen Blick auf die Erscheinungen zu werfen, wodurch Ebbe und Fluth in den Mündungen der Ströme die Wassermasse modifiziren. Zwar ist dieses Verhältniß bereits in einem früheren Kapitel dieser physikalisch-geographischen Umrisse berührt worden; doch können wir nicht umhin, noch ein Mal darauf zurückzukommen.

Da wo der Flußstrom dem Fluthstrom des Meeres begegnet, sind die Richtungen der Bewegung beider Wassermassen einander mehr oder minder vollkommen entgegengesetzt; die eine wird folglich danach streben, die andere aufzuheben, und hat die stärkere die Gewalt der schwächeren gebrochen, so wird jene diese umwenden und, in ihrer Richtung nur eine Zeit lang unterbrochen, mit sich fortreißen. Es entsteht daher auf diese Weise während des Ankommens der Fluth ein Kämpfen des Flusses mit dem Meer um das Übergewicht der Bewegung; und wenn alle Verhältnisse regelmäßig sind, so wird zuerst da, wo beide Ströme sich begegnen, der Ablauf des Flusses verzögert werden, er wird sich heben und der Fluthbewegung Widerstand leisten, endlich aber wieder, da das Meer ununterbrochen mit immer steigenden Profilen gegen ihn andrückt, auf einen Augenblick zum Stillstand gebracht, und dann durch Umrollung (Kenterung) zu der entgegengesetzten Bewegung stromaufwärts übergehen. Dieser Übergang von der abfließenden Bewegung in die rückfließende geschieht indessen keineswegs bei allen Flüssen mit der angedeüteten Regelmäßigkeit. Regelmäßig und gleichförmig wird er natürlich nur da erfolgen können, wo der Widerstand, welchen der Strom leistet, einerseits nicht bedeütend und außerdem ferner noch die Form seines Bettes an der Mündung so eingerichtet ist, daß sie der gleichförmigen Fortpflanzung des rückwallenden Stroms so wenig als möglich ein Hinderniß in den Weg legt. Findet aber beides nicht Statt, so wird das Eintreten der Fluth stets mit einer mehr oder minder bedeütenden Verwirrung und Aufregung in den Bewegungen der kämpfenden Wassermassen verbunden sein; die Stärke des austretenden Stromes wird erst spät, ja wol dann erst, wann die Fluth fast den größten Theil ihrer Höhe erreicht hat, von dem Andrange des Meeres überwunden werden können. Tritt aber nun

die Umrollung ein, so wird plötzlich die Fluth, als eine gleichförmig erhobene, durch Aufstauung vergrößerte Welle in die Mündung des Stromes stürzen, und je größer die Hindernisse sind, welchen sie bei diesem Einsturz begegnet, desto fürchterlicher wird sich die Kraft ihres Anprallens an diesen darstellen.

Eine der auffallendsten unter den Erscheinungen dieser Art haben wir an der Mündung des Amazonenstromes unter dem indischen Namen Pororoca bereits kennen gelernt. Aber sie ist nicht auf dieses Lokal beschränkt, sondern sie dehnt sich, wie wir in neüerer Zeit durch Royer erfahren haben, auf fast alle Flüsse der Küste von Guiana aus, zwischen dem Amazonenstrom und dem Orinoco, wo diese fürchterlichen Anschwellungen zur Zeit hoher Fluthen einzutreten pflegen, und mit dem Namen la Barre belegt werden. Insbesondere zeichnet sich in dieser Gegend die Bucht, in welcher der Fluß Vincent-Pinçon mündet, aus; denn hier erhebt sich das Wasser zuweilen in wenigen Minuten bis zu 40 Fuß, und wenn gleich die Gestalt der den Andrang des Meeres empfangenden Bucht (mit der Insel Maraca und engen Ausfluß-Kanälen) dem Erzeügen solcher Anschwellung günstig ist, so wird, da doch der Andrang des Stromes unstreitig nur eine geringe Kraft hat, wahrscheinlich die bedeütende Stauung mitwirken, welche das Meer bei seiner Erhebung von den ostwärtsgekehrten Küsten des großen Kontinents von Amerika überhaupt erfährt. Darum zeigt sich eine so großartige Fluth-Erscheinung bei den Strommündungen auch in andern Ländern; sehr gefürchtet wegen ihrer reißenden Schnelligkeit ist das Einbrechen der Fluth in die Mündung des Ganges, welches wir unter dem Namen Bore kennen gelernt haben. Mit diesem Phänomen ist, wie wir gesehen haben, die Mascaret an der Vereinigung der Garonne und Dordogne zu vergleichen, nur daß diese Fluthwelle in weit kleinerem Maaßstabe auftritt; und wahrscheinlich hat das brausende Geraüsch, welches man zuweilen unter ähnlichen Verhältnissen an den Mündungen der Elbe und Weser vernimmt, und dort das Rastern des Stromes zu nennen pflegt, ebenfalls seinen Ursprung in dem ungleichen Kampfe des Stromes mit der Meeresfluth. —

Ist nun übrigens die Schwierigkeit, welche das erste Begegnen des Stroms mit dem Meere erfuhr, überwunden, so treibt es ihn nun landeinwärts während der Fluth vor sich her, und man sieht ihn eben so schnell fast in das Land zurückfließen, als er zuvor ins Meer floß. Die Strecke, bis auf welche sich diese zurückstoßende Wirkung fortpflanzt, ist, wie wir schon früher gesehen haben, oft ungemein ansehnlich, und sie ist der Schiffahrt stromauf und stromab eine sehr willkommene und förder-

liche Erscheinung. Die Entfernung, bis zu welcher die Fluth vordringt, richtet sich sowol nach der Größe und Weite der Mündung, als auch nach der Lage derselben gegen die Richtung der Fluth, und nach der Stärke des entgegenwirkenden Stromes.

Es ist dieser Rückstrom, wie Wiebeking näher entwickelt, ein treffendes Beispiel von dem Fließen des Wassers durch den Seitendruck seiner Profile; jeder seewärts gelegene Durchschnitt empfängt vom Meer aus beständig mehr Wasser als die land- oder flußwärts gelegenen, und die Nothwendigkeit, sich beständig ins Gleichgewicht zu setzen, zwingt hier das Wasser, selbst seinem natürlichen Gefälle entgegengesetzt, auf abhängigem Boden sich rückwärts zu bewegen. Der merkwürdige Einfluß, welcher durch dieses Phänomen auf die Wassermasse ausgeübt wird, erstreckt sich indessen, nach Wiebeking's über diesen Gegenstand sehr schätzbaren Nachrichten, selbst noch viel weiter. Es scheint nämlich zwar in der Natür der Sache zu liegen, daß aller Rückfluß werde aufhören müssen, sobald das landeinwärts steigende Niveau des Stromes mit der Höhe der Meereswelle, welche sich bei der Fluth erhebt, gleich hoch ist, dann ist die Horizontalität der Wasseroberfläche wieder hergestellt, und das Fließen wird jetzt nur dem Abhange des Bodens gemäß erfolgen können. Man wird also, wenn man den Abhang eines Stromes, die Schnelligkeit und Höhe der Fluth und seine Wassermasse kennt, unstreitig daraus unmittelbar die Entfernung bestimmen können, bis zu welcher die Fluthbewegung nach den angegebenen Grundsätzen aufsteigen kann; genaue Messungen haben aber gezeigt, daß die Erscheinungen in der Natur keinesweges diesen, von der einfachen Theorie dargebotenen, Grundsätzen entsprechen, denn es steigt in den bis jetzt genauer bekannten Fällen die Fluth weiter auf als sie sollte, und wir haben hier den gewiß sehr merkwürdigen Fall, einen Strom nicht nur gegen eine geneigte Grundfläche, sondern auch mit allmälig ansteigender Oberfläche fließen zu sehen. Die Messungen, welche dies höchst auffallende Verhalten des Wassers beweisen, das man nur durch die Fortpflanzung des ihm einmal von unten her ertheilten Stoßes, durch eine Art Schwungbewegung, erklären kann, sind in den Mündungen der holländischen Flüsse von Bolstra auf eine, nach Wiebeking's Ansicht, vollkommenes Zutrauen verdienende Art angestellt. Es zeigt sich hiernach, daß das Steigen des rückwallenden Stromes von der Oberfläche in den Mündungen der Maas und der Waal bei niedrigem Wasserstande 25 Zoll, bei mittlerem 40 Zoll, bei hohem 57 Zoll beträgt; Größen, die immer bei dem geringen Verhältnisse des Gefälles in diesen Gegenden bedeütend genug sind, und zwar um so mehr, wenn

man erwägt, daß im letztern Falle etwa 8 Zoll Andrängen auf die Meile kommen.

Unter den Erscheinungen, welche durch Ebbe und Fluth in den Mündungen der Ströme veranlaßt werden, giebt es noch einige andere, welche nächst den genannten hier noch einer besondern Erwähnung verdienen. Zuvörderst ist es eine überall wahrnehmbare Thatsache, daß sich in den Flüssen die Dauern der Ebben und Fluthen nicht so regelmäßig in die Zeiten der ihnen durch die Ursachen des ganzen Phänomens angewiesenen Periode zu theilen pflegen, als es auf dem Meere geschieht. Wenn es hier, mit einigen Ausnahmen und Einschränkungen, Regel ist, daß immer während eines Zeitraums von 6^h, 2^m das Wasser sich zurückzieht, und eben so lange wieder zufließt, so finden wir dagegen in den Flüssen die allgemeine Regel, daß die Dauer der Ebben die der Fluthen bei weitem an Länge übertrifft. Aus den zahlreichen Beobachtungen, welche Bolstra in den Mündungen der holländischen Ströme angestellt hat, geht hervor, daß die Dauer der Fluth in der Maasmündung bei Rotterdam 4^h, 5^m, die Dauer der Ebbe dagegen 7^h, 55^m beträgt. In der Merwede bei Dortrecht 3^h, $50{,}5^m$ Fluthdauer, Dauer der Ebbe 8^h, $9{,}5^m$. Der Grund dieser Erscheinung läßt sich leicht finden. Wenn im Meere die Fluthwelle abfließt, so giebt sie in der Ebbe nur eben so viel Wasser als sie gebracht; wenn aber dieselbe in den Flüssen abfließt, so gesellt sich zu ihr noch das Wasser des Flusses, das sie aufgestaut hat, und das, was auch ohnedies in dieser Zeit von dem Flusse hinzugeführt wird, abgerechnet außerdem noch, daß die Fluth in den Strömen nothwendig durch den Widerstand, welchen sie findet, verzögert und also verkürzt wird. Eben daher geschieht es auch, daß der Ebbestrom schneller als der steigende Fluthstrom ist, und wenn gleich auch im Meere dasselbe Statt findet, so ist es doch noch in den Flüssen viel auffallender. So legt z. B. in der Elbmündung der rückwallende Strom eine Meile in etwa 23 Min. zurück, und macht den Weg von Kuxhaven nach Hamburg in 5^h, 20^m; die Ebbe dagegen braucht auf die Meile nur 17 Min. und vollendet daher denselben Weg in etwa 4 Stunden. Dieses Verhältniß wird natürlich in verschiedenen Strömen verschieden sein müssen; allgemein aber erkennt man leicht, wie diese Bewegung, mehr als in den nicht oceanischen Strömen, dazu beitragen muß, die Fahrwasser in ihren Mündungen stets zu reinigen und auszutiefen.

Endlich ist noch der Beobachtung zu gedenken, daß in den Mündungen, deren Bette regelmäßig ist, der Fluthstrom eine konvexe, der Ebbestrom eine konkave Oberfläche hat. Erstere muß durch den Aufstau

entstehen, und pflanzt sich in dem rückwallenden Strome von unten fort; letztere aber ist ganz von denselben Ursachen abhangig, welche dieselbe Gestalt des Durchschnittes bei den gewöhnlichen Strömen veranlassen, von denen der Ebbestrom ja nicht verschieden ist. Man soll die Richtigkeit dieser Behauptung besonders an dem Drehen der Schiffe auf Strömen, die von dieser Bewegung ergriffen werden, wahrnehmen können. Da der Fluthstrom stets zuerst vom Grunde herauf wirkt, und die Form seiner Oberfläche der Strombahn anfangs nur sehr wenig Einfluß auf die Bewegung des Wassers an den Rändern, zumal an der Oberfläche, gestattet, so sieht man im Strome schon Fluthbewegung eintreten, wenn es an den Rändern desselben noch langsam zu ebben pflegt. Die Schiffe indeß, die an den Rändern des Stromes vor Anker liegen, werden (besonders die größeren) gleichzeitig unten schon von dem rückwallenden Strome ergriffen und drehen sich demgemäß auf die entgegengesetzte Seite des Ankertaues, bevor noch der Ebbestrom oben ganz nachgelassen hat; so sahen es Tetens auf der Elbe und Wiebeking auf der Weser, und es ist eine tägliche Schiffererfahrung.

Übrigens können in Vertheilung der Ebbe- und Fluthbewegung in einer und derselben Mündung gleichzeitig sehr verschiedenartige Verhältnisse vorkommen; während sich oberhalb in ihm die rückgängige Bewegung der Fluth, sobald sie einmal eingeleitet worden und von der gehörigen Kraft unterstützt wird, noch fortpflanzt, kann schon unterhalb die Ebbe-Bewegung wieder eingetreten sein, und das Ausströmen des Wassers aus der Mündung wird, wenn es sich oberhalb fortpflanzt, erst allmälig dort die Fluth zum Stillstand und endlich zum Abflusse bringen, wenn unterhalb der Abfluß schon lange gewährt hat. Daß es in der That auch so sein müsse, beweisen schon die in unsern norddeutschen Strömen über dies Phänomen angestellten Beobachtungen; so ist es z. B. bekannt, daß es in der Elbemündung schon ebbt, wenn es bei Hamburg noch kaum hohe Fluth ist, und doch setzt ja von hier noch der rückwallende Strom seinen Weg auf 4 bis 5 M. stromaufwärts fort; eben so ebbt es in der Mündung der Weser bei Bremerlehe, wenn es bei Elsfleeth noch fluthet; ja es kann wol, wenn die oscillirende Bewegung sehr tief landeinwärts fortschreitet, ein sehr complicirtes System von mehreren Ebben und Fluthen in den verschiedenen Theilen desselben Stromes gleichzeitig eintreten. Nirgend vielleicht mag sich dies vollkommener zeigen, als im Amazonenstrom; dort braucht die oberste Fluth, um bis zu 200 Stunden landeinwärts zu gelangen, bei ihrer geringen Geschwindigkeit mehrere Tage Zeit, und während dort ebbt, fluthet und ebbt es natürlich an der Mündung

und aufwärts hinein ununterbrochen periodisch fort, so daß endlich als Resultat aller dieser widersprechenden Bewegungen eine Reihe von Stationen im Flusse nachgewiesen werden kann, an welchen Ebbe und Fluth immer gleichzeitig eintreten und denselben Verlauf halten, als an der Küste. Die Erklärung dieser merkwürdigen Unregelmäßigkeit fehlt zur Zeit noch, da genaue Beobachtungen über ihre Einzelheiten noch zu erwarten stehen; jedenfalls wird sie eines der schwierigsten Probleme bleiben müssen. Sehr leicht dagegen ist eine andere, hieher gehörige Sonderbarkeit einzusehen. Es kann nämlich wol der Fall eintreten, daß, wenn es an einem Ufer der Strommündung ebbt, es an dem andern noch fluthet, und umgekehrt. So sieht man z. B. in der Elbmündung am nördlichen Ufer schon $0{,}_{75}{}^{h}$ lang die Fluth einströmen, wenn am südlichen Ufer die Ebbe noch ausströmt; und eben so fluthet es schon an dem östlichen Ufer der Weser, wenn es am westlichen noch Ebbe ist. Bei Hamburg indeß tritt die Fluth von N.W. her in den Strom und muß von den Sandbänken, welche die Norder- und Süder-Elbe trennen, zurückgehalten werden, so schnell in die letztere einzutreten, als in die erste; an der Weser muß die Lage der Sandbänke, oder sogenannten Platten, dasselbe bewirken; und eben so sehen wir es auch in der Mündung der Maas bei Helvoetsluis und Goederede, wo die Fluth sich von Süden ergießt, wie aus Wiebeking's Erlaüterungen und Karten hervorgeht. Es folgt hieraus der Grundsatz, daß in Strömen, sobald sie die Einwirkung des Meeres erfahren, die Gestaltung der Ufer, in Beziehung auf die Konvexität und die Konkavität der einander gegenüber liegenden Ränder, sehr verschieden werden sein müssen von der Form der Stromufer im Innern des Landes, wo die Gestaltung des Bettes die Folge der Wirkung einer einzigen Strombahn ist.

Neün und zwanzigstes Kapitel.

Stromschüsse im Oberlauf der Flüsse, oder Wasserfälle. Beschreibung des Staubfalles, im Lauterbrunnerthal, des Kanton Bern; und Beschreibung des Niagara-Falles, in Nordamerika. Stromschnellen, u. a. die berühmte des Connecticut, die des Amazonenstromes in der Punta de Manseriche. Verschwindende Flüsse, besonders der Perte du Rhone.

Von den Niederungen, wo das fließende Element einen beständigen Kampf mit den Meeresfluthen zu bestehen hat, kehren wir noch ein Mal zurück nach dem Oberlauf der Ströme, wo uns, wenn ihr Bette in seiner Neigung plötzlich oder absatzweise unterbrochen ist, das Phänomen der Wasserfälle, Katarakten und Stromschnellen entgegentritt. Entweder sind es, wie wir uns aus einem frühern Kapitel erinnern, gewaltige Ströme, die von einem in ihrem Bette befindlichen steilen Hang, der oft eine senkrechte Wand bildet, herabzustürzen genöthigt sind, oder es sind Bäche, welche in den Gebirgen unfern ihrer Ursprungsorte erst einen geringern Wasserschatz zu sammeln im Stande waren, so daß bei ihnen das Phänomen der Wasserfälle weniger des Volumens, wie bei jenen, als der Höhe wegen großartig erscheint.

Wie alle Hochgebirge reich an Wasserfällen der zweiten Gattung sind, so ist es auch unser eüropäisches Alpenland, in welchem wir fast kein Thal durchwandern können, ohne daß uns nicht von seinen Wänden ein Gießbach entgegenstürzte. So finden wir, um nur der bedeütenderen zu gedenken, auf verhältnißmäßig kleinen Raum zusammengedrückt: —

Den Fall der Reüß bei der Teufelsbrücke . . .	100	Fuß hoch.
Den prächtigen Aarenfall bei der Handeck, vielleicht	150	„ „
Den Fall der Linth bei der Pantenbrücke in Glarus	196	„ „
Den obersten Fall des Reichenbachs bei Meiringen	200	„ „
Den Pissevache oder Sallenche im Unterwallis	270—300	„ „
Den Tosa-Fall am Gries im Formazza-Thal . .	600	„ „
Den Nant d'Arpenas im Chamouny-Thal . . .	800	„ „

Aber der großartigste von allen Wasserfällen der Schweizer Alpen ist der Staubfall, im Lauterbrunnerthal, der von dem Pletschbach gebildet. Dieser Bach entspringt auf der Pletschen Alpe aus sieben nahe beisammenliegenden Quellen und fließt von hier zwei Stunden weit in einem tiefen Felsenbett bis zu einer hervorragenden Felsenwand, die von unten gesehen die Gestalt eines Gewölbes hat und die Staubbach-Balm genannt wird. Hier stürzt der Pletschbach herab und bildet so den oberen Fall, der, obwol er an sich selbst nicht zu den unbedeütenden gehört, durchaus nicht mit dem unteren Sturz verglichen werden kann, welcher der eigentliche, so berühmte Staubfall ist. Früher legte man ihm eine Höhe von **1100** Fuß bei, aber Tralles' Barometermessungen haben gezeigt, daß sie **925** Pariser Fuß betrage. Wyß, der genaue Kenner des Berner Oberlandes, hat den Staubfall in verschiedenen Jahreszeiten beobachtet; hören wir, wie er ihn beschreibt: —

Zunächst an einem Sommertage; da ist die erste Bedingung zum Vollgenuß, sagt er, der Sonnenglanz, und dieser währt an den längsten Sommertagen von ungefähr 7 Uhr des Morgens bis halb 1 Uhr des Mittags. Nicht nur die Regenbogen im Kessel, wo die zerstobenen Wasser sich sammeln, auch die fliegenden Wasserflocken in der Luft bedürfen des Sonnenscheins. Man schreitet gewöhnlich vom Gasthof oder vom Pfarrhause zuerst nach der Stelle hin, wo der Bach zu Boden regnet, als wollte man ihn erst fühlen, bevor man ihn ruhiger betrachte. Am linken Ufer des Bachs, durch Erlen, wandert man, von der Straße, die nach dem tiefern Thale führt, rechts abgehend, hinauf und fühlt sich bald auch bei wolkenlosem Himmel in einem Regenschauer, gegen den man sich selbst mit Schirmen verwahren muß. Etwas mühsam erklimmt man den Hügel von Felstrümmern, den der Bach sich links von seinem Niedersturze gebildet hat, und schaut hinab in ein weites Becken, das unablässig von tausendfachem Schaumgekraüsel wimmelt. Auch jenseits erblickt man Schutthaufen, die von oben heruntergeworfen sind, und nicht ohne Verwunderung sieht man den Bach zwischen diesen zwei aufgestapelten Bollwerken im freien Durchgang davon rieseln. Offenbar rührt die Tiefe seines Beckens und diese Öffnung nach der Lütschine von der Gewalt der Wassermasse her, die nach Gewittern und bei großer Schneeschmelze hier im Mittelpunkt des Falles Raum geschafft hat, ohne doch die Hügel rechts und links zu vermindern.

Schreitet man auf die rechte Seite des Kessels, so findet man es leicht, dort hinab zu gelangen in den Umfang desselben, und alsbald wird man von einem doppelten Regenbogen umringt, der gleich einem

angeworfenen Nimbus so genau mit uns verschmilzt, daß er Schritt um Schritt, so lange wir im Sonnenglanz und im Thaunebel bleiben, bald vorrückt, bald zurückweicht, wo wir gehen und stehen. Ja, die Wassertropfen hängen sich an die Kleider und glühen einzeln wieder in unvergleichlicher Pracht; aber die Nässe gestattet nicht, sich dieses Feengewandes lange zu erfreuen, und ein fröstelndes Gefühl von Sterblichkeit treibt um so eher aus der Tiefe wieder ans Ufer, da die Gefahr am Tage liegt, von irgend einem zufällig herabgeschwemmten Steine plötzlich und selbst tödtlich verletzt zu werden. (Bischof, dessen Beobachtungen wir unten erwähnen werden, war dieser Gefahr in hohem Grade ausgesetzt.)

In sicherer Entfernung denn lagern die Wanderer sich hin und genießen sorglos, was ihnen bisher entgangen war. Mit unermüdetem Staunen erhebt sich das Auge nach der hohen, im Blau des Himmels scharfgezeichneten dunkelgrauen Kante, wo die Najade zweitheilig ihr fliegendes Gewand in die Lüfte hängt. Eine Hälfte des Baches, doch unmerkbar von der andern getrennt, fällt beinahe senkrecht herab und würde an der Felswand niedergleiten, wenn diese nicht von oben bis unter die Mitte sich leise zurückzöge und der Wassersaüle freieres Fortschweben gestattete. Mit der zweiten Hälfte ungefähr, etwas kühner vorspringend, zersplittert sich die Masse in jenen Gischt und Staub, der so duftig, so ganz ätherisch niederwärts schwebt und an den Bachsturz im Salzburgischen erinnert, welchem das Landvolk den Namen des Schleierfalls ertheilt. Die innere Partie des Staubbaches fällt abwärts der Mitte ihres Weges, als wollte sie versuchen, sich anzuhalten, auf eine schräg vorstehende Bank und rieselt von da in tausend blendenden Schaumstrahlen vollends an dem dunkeln Gestein nach dem Kessel hinab, während die aüßere, durch Schnelligkeit und Schwere der Luft unter sich pressend, in Millionen Schaumbläschen immer mehr zerschillt und weit umher einen ewigen Thau zur Erde spritzt. Es ist unterhaltend, das Wasser von seinem Ausströmen an der hohen Felsrinne bis zu seinem Zerstieben mit dem Blicke zu verfolgen. Erst bricht es so wüthend hervor, daß man erschrickt vor dem furchtbaren Sturze, den man erwartet, aber kaum hundert Fuß gefallen, breitet es sich reichlich aus, und die zusammengedrängte Saüle zergeht in einzelne schneeweiße Wölklein, die man nicht übel schon Wasserraketen benannt hat, weil sie forteilend, gleich jenen flammenden, einen Schweif zurücklassen, der eine halbe Stunde lang ihre Bahn bezeichnet, bis sie völlig, man möchte sagen, in Wasserfunken auseinandersprühend, sich zur Unsichtbarkeit verlieren.

Lieblich ist im Staubbache das manchfaltige Spiel des Windes.

Vorerst erregt das Wasser durch sich selbst einen beständigen Luftzug, als wenn Äolus vor dem Stromgott ins Thal hinab flüchtete. Doch diese Bewegung trägt allein die feineren Thautropfen in das Weite und kann nicht den Bach im Ganzen ergreifen. Sobald aber ein fremdartiger Windstoß den Gießen — (so, oder Lauffen, oder auch Tschur heißt in der Schweiz ein Wasserfall überhaupt) — überfällt, dann zeigt sich manch' seltsame Erscheinung, die nicht anders als höchst überraschend vorkommen muß. „Oft geschieht es, sagt Wyttenbach, daß der Fön- (Süd-) Wind mit so heftiger Gewalt gegen die Mündung des Baches stößt, daß dadurch das Wasser desselben ganz zurückgetrieben wird und zuweilen bei zwei Minuten lang fast nichts davon über den Berg herabfällt." Zu anderer Zeit werden ganze Schaaren von durchsichtigen Wölkchen mitten aus dem schwebenden Dunstnebel davon geführt und bieten abermals ein höchst ergötzliches Schauspiel dar. Am hübschesten kam es mir vor, wenn ein kräftiger Sturm den gesammten Bach erfaßte und entweder thaleinwärts, oder thalauswärts so gänzlich aus seinem luftigen Gleis, nach einer Seite verwehte, daß unten, der kleine Vorrath im Kessel versiegend, nach der Lütschine verschwand und die erschrockenen zahlreichen Fischlein, übereilt in ihren Spielen, nur kümmerlich in einzelnen Grübchen das Naß ihres Lebensbedarfs übrig fanden. Ich sah in solch' einem Augenblick jubelnd eine Schaar von Mädchen und Knaben mit allerlei Geschirren nach dem Strombette laufen und in froher Emsigkeit die wehrlosen Forellen aus den Vertiefungen, wo sie plätscherten, in hergetragene Kübel und Näpfe versetzen. Aber mitten in der lustigen Freibeuterei ließ der Windstoß nach, der Bach gewann unverweilt sein altes Bette, und plötzlich unter den Händen der Kinder schlüpften die geängsteten Fische davon, während naß über die Knöchel, und in Hast, die muthwilligen Fischer an die beiderseitigen Ufer entsprangen und wohlgemuth ihren stattlichen Gewinn nach Hause trugen.

An einem Wintertage, wenn Schnee ins Thal fällt, hängen sich die Flocken an den ganzen untern Felsensatz der Staubbachwand an, gefrieren bei zunehmender Kälte fest, werden durch das darüber fließende Wasser zu Eis, das sich in Hunderte von größeren oder kleineren Zapfen bildet, und gewähren eines der anmuthigsten Schauspiele der Natur. Ein prachtvoller Glanz, der beim Sonnenschein wahrhaft blendend wird, fällt durchdringend in die Augen, und der Berg scheint durchsichtig hellblau glasirt zu sein. Bei gelindem Wetter und bei warmem Fönwind stürzen ganze Stücke dieser Zapfen in die Tiefe und erregen ein heftiges Getöse. Unten aber im Kessel thürmt sich das herabgefallene Eis zu-

sammen und haüft sich, überspritzt und vermehrt durch die schnell gefrierenden Wassertropfen von oben, zu einem wahren Glätscher auf. Ja die Wassertropfen vereisen sich oft schon im Sturze, fallen rasch zu Boden und stellen augenscheinlich die Bildung des Hagels in unserem höheren Luftgebiete dar. Zunächst an der Fluh, beim Ausfall des getheilten Bachs, erwachsen zwei ungeheüre Eissaülen, wie nach einer zauberischen Baukunst, welche von oben niederwärts anmauern wollte; dann reißen sich beide, durch eigenes Gewicht oder durch laue Südwinde losgetrennt, urplötzlich ab und krachen mit solcher Gewalt auf den Glätscher im Kessel hin, daß Alles zusammenschüttert und ein Erdbeben zu beginnen scheint. Gewaltig ist das seltene, aber doch zutreffende Stürzen beider Saülen zugleich, und ergötzlich ist das wiederholte Wachsthum bei frisch eintretendem Winterfroste.

Sobald aber im Frühling, vorzüglich im Maimonat, die warmen Lüfte stetiger werden, so schmilzt auch der Eishügel im Kessel mit erstaunlicher Schnelligkeit zusammen und löst sich, gerade wie bei den Glätschern, zuerst an der Felsenwand auf, so daß die Eismasse zwischen sich und dem Gestein eine furchtbare Kluft öffnet, deren Tiefe schon zu 45 Ellen befunden worden ist. Noch in die Hälfte des Brachmonats hinein sieht man Reste der winterlichen Erstarrung liegen. Oft bildet sich ein wunderschönes, azurnes Portal, und das regere Wasser zieht siegreich unten hindurch, oder öffnet sich, durch die Kraft seines Sturzes und seiner vermehrten Wärme von oben, durch das Gewölbe hinein, wie durch die Kühlungshalle einer römischen Villa, den ungehinderten Durchgang. In gerader Richtung vor solch' einem Portale stehend, erblickt man nicht ohne Staunen alle Farben der Iris unter einander strudelnd und kämpfend, wie die Flammen eines Feuerofens; steht man aber mehr zur Seite zwischen der Sonne und dem staübenden Wasser, so zeigen sich diese Farben wieder in schöngeschweiftem regelmäßigem Boden, der oft erst an der Felswand sichtbar wird.

Tritt an einem heitern Sommerabend die Sonne hinter die Berge, so werden durch die verschiedenen Erhöhungen der Felswand lange Striche von dunkelem Schatten hervorgebracht, welche das silberne Wasser in verschiedene Stücke zu zerschneiden scheinen, und den in der Beschattung liegenden Fall desselben fast gänzlich unsichtbar machen. Wenn endlich das helle Licht der Sonne durchaus verschwunden ist, so breitet sich nach und nach eine todte Bläße über die ganze Wand aus; der Reichthum des Wassers scheint fast auf ein Mal zu verschwinden, und nur noch als ein kleines unbedeütendes Bächlein über die Felsen hinab zu schleichen. Mit

Einbruch der Nacht verliert man je mehr und mehr das Einzelne des majestätischen Sturzes und seine Bewegung aus dem Gesicht; eine weiße Riesengestalt, ein geisterbleiches Nebelgebilde, das in langfaltigem starr herabhangendem Mantel unverwandt sich an die Felsenmauer lehnt, überragt hoch die schweigend im Dunkel gelagerten Hüttlein der Menschenkinder. Aber nicht lange, so kehrt wieder Leben in die Gestalt, und nicht nur schimmert die Staubsaüle selbst mit reinem Silberglanze, sondern auch die Wasserstrahlen am untersten Absatze der Fluh bekommen Glanz, und das entlehnte Sonnenlicht des nächtlichen Gestirns wagt in halberblaßtem Farbenspiel den Zauber des Tages auf dem Staubregen des Stromkessels bald nach Art eines Regenbogens, bald in geschlossenem Kreise ringsum denjenigen nachzubilden, der in so einsamer Stunde sich hingiebt.

Wenn ein Gewitter über die Höhen der Pletschalpe zieht, dann bietet der Staubfall das Schauspiel einer ehrfurchterweckenden Größe dar; Wyß beschreibt es nach den Erfahrungen eines seiner Freünde: Brüllend, mächtig angeschwollen, und vom Koth der aufgelösten Erde schwarz, schoß der Strom in zwei dichten Armen, wie aus zwei ungeheüren Brunnröhren, von der Zinne der 900 Fuß hohen, jetzt das brausende Gewölk unmittelbar berührenden Felswand in die Lüfte heraus. Eine Last von Steinen, viele davon über einen Centner schwer, wurde gewaltsam mitgeführt, und theilweise fern dahin geschleüdert, theilweise, gleich einem schwarzen, riesenmäßigen Hagel, mehr senkrecht niedergeworfen. Abprallend von den Vorsprüngen der Felswand, wiederholend ihre Bogenschwünge, zuletzt in hohem Sturze den Schuttkessel ereilend, weckten diese Trümmer ein fürchterliches Geprassel, und das wechselseitige Reiben, das heftige Anprallen, vereint mit dem endlichen Aufschlag im weiten steinbeworfenen Becken des Wasserfalls, verbreitete rings einen schwefligen Brandgeruch, der bis zu den fern in Sicherheit stehenden Zeügen der großen Empörung drang. Jetzt kamen auch Baumstämme, kamen entwurzelte Tannen in dem heülenden Wasserschwalle herab, und je nach Größe oder Gewicht flogen einige, von Windstößen entführt, gleich verwitterten Schindeln eines abgedeckten Haüschens um sich selber wirbelnd, langsam durch die Lüfte hernieder, während andere wie gigantische Pfeile von der Höhe daherschmetterten und sich unten tief in das Erdreich bohrten. Die sonst so silberhelle, sanft schwebende Wassergarbe glich einer unermeßlichen, verkehrten, dunkelbraunen Rauchsaüle, deren Wallen und Wogen desto ausgedehnter wurde, je näher sie nach dem Boden sank. Oft von einer Windsbraut fortgerafft, fiel sie thalauf oder thalab, von

der lothrechten Bahn ihres Schwerpunktes weit verschlagen, in die Tiefe. Zuweilen staübte sie über die ganze Breite des Thals nach der vorüberstehenden Mauer der hohen Schiltwaldfluh hinaus. Einige Mal sogar, gleich einem wirbelnden Rauch in die Höhe gejagt, zerfloß sie rückwärts überschlagend an dem Ort ihres eigenen Ursprungs, begann ihren sausenden Sturz von neüem und ließ in sekundenlanger schauerlicher Blöße die gesammte Felswand und den fortwährenden Steinhagel als selbstständiges Schreckbild sehen. Eine schwarze, kostbar hereinhangende Wolkendecke, die den schmalen, über den hohen Felswänden des engen Thals liegenden Himmel verbarg, das lebhafte Feüer der im Grunde der Landschaft, oder an den Höhen der Felswände hinschlängelnden Blitze und das fürchterliche, Alles erschütternde Rollen des Donners, dienten dem wüthenden Gewässer zu einer schrecklichen, aber wahrhaft erhabenen Begleitung. Eine Scene des Weltgerichts schien verwirklicht, und wenige Bewohner des Geländes glaubten je solch' ein Rasen des Bergstroms erlebt zu haben.

Wenden wir uns von diesem poetischen Gemälde zu etwas Prosaischerem, zu den Beobachtungen, welche G. Bischof über die Verdunstungskälte in der Nähe des Staubfalls und des Gießbachs angestellt hat. Er fand am 25sten August 1835 die

Temperatur der Luft in der Nähe des Staubfalles, um 4 h Nachmittags . . . . 8°,5 Cent.
Temperatur der Luft vor dem Wirthshause, um 5 Uhr . 11°,0 »
Beide Beobachtungen im Schatten. Ferner die
Temperatur des Staubbaches, 50 Schritte vom Falle . 8°,75 »
Benachbarte, von derselben Höhe, aber nicht in Caskaden herabkommende Bäche hatten 11°,1, 11°,2 und 13°,75 »

Es war also die Luft in der Nähe des Wasserfalles um 2°,5 kälter als ungefähr eine Viertelstunde davon entfernt, obgleich die letztere Beobachtung eine Stunde später gemacht wurde, wo die Temperatur schon abgenommen haben mußte. Eben so zeigte sich das Wasser des Staubbaches nach seinem Falle um 2°,5 bis 5° kälter als das benachbarter Bäche, von denen man, sagt Bischof, annehmen kann, daß sie auf dem Gebirge wol nahe gleiche Temperatur mit der des Staubbaches gehabt haben mögen. Die Wirkung der Verdunstung des Wassers während des Herabfallens aus so bedeütender Höhe zeigte sich also in einem ziemlich hohen Grade, und dies ist, fügt der Beobachter hinzu, um so auffallender, da es den ganzen Tag, mit kurzen Unterbrechungen, und noch kurz vor jenen Be-

obachtungen geregnet hatte, mithin die Luft ihrem Sättigungspunkte mit Wasserdampf schon nahe war. Unmittelbar unter dem Wasserfall war ein heftiger Wind: zum Theil eine Folge der lokalen Erkältung, aber gewiß bei weitem mehr des herabstürzenden Wassers.

Am Gieß-Bach beim Brienzer See zeigten sich andere Temperatur-Verhältnisse. Die Menge des hier herabstürzenden Wassers ist viel bedeütender, und der ganze Fall theilt sich in sieben einzelne Fälle, wovon der höchste nicht viel über 50 Fuß Höhe haben mag. Die Verdampfung des Wassers ist daher viel weniger bedeütend. Die Temperatur des Gießbaches unterhalb der Schwand, auf dem Wege vom Faulhorn nach dem Brienzer See, fand Bischof am 31. August $6°{,}_9$. Nachdem er von hier bis zum zweiten Fall ungefähr eine starke Stunde Weges geflossen, war seine Temperatur auf 9° gestiegen. Am Fuß des fünften Falles war sie $9°{,}_{37}$ und am Fuß des sechsten $9°{,}_5$. Die Luftwärme, fern von den Wasserfällen, war $18°{,}_{25}$ im Schatten und $22°{,}_5$ in der Sonne; am Fuß des fünften Falles, da, wo man zwischen den Fall und den Felsen treten kann, $11°{,}_{75}$ Cent.

Ähnliche Wahrnehmungen machte ich, in Gesellschaft des Hauptmanns Vogel von Falckenstein, am Zackenfall im Riesengebirge. Am 11. Juni 1827 fand ich die Temperatur der Luft um 12^h Mittags bei der Glasschleiferei Marienthal $22°{,}_4$; dann um $1\frac{1}{4}^h$ Nachmittags oben beim Zackenfall (der $102{,}_6'$ höher als Marienthal ist) $18°{,}_8$, während Hr. von Falckenstein gleichzeitig unten am Fall $17°{,}_3$ beobachtete. Der Temperatur-Unterschied betrug mithin $1°{,}_5$, und die Barometer-Ablesungen gaben für die Höhe des Falls $65{,}_2$ pariser Fuß. Eine Stunde später bestieg ich die Rabensteine, welche $66{,}_2'$ niedriger als das obere Becken des Zackenfalls sind, und hier war die Temperatur der Luft $21°{,}_0$ Cent.

Wir beabsichtigen nicht, hier ein Verzeichniß der Wasserfälle zu geben; wir erwähnen darum nicht des Achen-Falls in Salzburg, des 1000 Fuß hohen Garispe in den westlichen Ghats, der zahlreichen Ganges- ꝛc. Katarakten im Himalaya, des gewaltigen Tequendama auf der Hochebene von Santa Fe de Bogota u. s. w. u. s. w.; aber wir müssen noch eines Wassersturzes gedenken, der, wie der Rhein bei Schaffhausen, durch die Größe seines Wasservolumens berühmt ist; dies ist der Fall des Niagara in Nordamerika, das großartigste Schauspiel dieser Art, was es auf der bekannten Erde giebt. Der Niagara-Fluß bildet den Ableitungs-Kanal des Erie-Sees in den Ontario-See; es ist ein breites Wasser, das gleich oberhalb der Stelle, wo das Flußbette jäh abgebrochen, durch ein Felsen-

Eiland, die Ziegen-Insel (Goat-Island [die aber in neüerer Zeit den Namen Iris-Insel, wegen des fast immerwährenden Regenbogens, der sie auszeichnet, erhalten hat]), in zwei Arme gespalten ist. Der Hauptfall im nördlichen Arme des Flusses wird von früheren Augenzeügen auf 1800 Fuß Breite und 142 Fuß Höhe, und der Fall im südlichen Arme 1100 und 163 Fuß angegeben, so daß die Gesammtbreite etwa 2900 Fuß betragen würde; Pavie dagegen giebt der canadischen Seite nur 900 und der amerikanischen nur 700 Fuß Breite. Über dem nördlichen Arme schwebt eine Nebelsaüle, welche Weld auf dem Erie-See, in einer Entfernung von 13½ deütschen Meilen, gleich einem hellen Wölkchen am Horizonte sah. Das gewaltige Toben des Falles, bemerkt Link, wird zu Zeiten, besonders kurz vor Regenwetter, wo die Luft den Schall am besten fortpflanzt, zehn deütsche Meilen weit gehört; am Tage aber, als Weld ihn sah, hörte er den Fall noch nicht, als er nur eine achtel d. Meile von ihm entfernt war. „Ich näherte mich," sagt Weld, „der Schneide des fallenden Wassers bis auf 18 Fuß, aber hier wäre ich fast von dem heftigen Wirbelwinde erstickt worden, der beständig am Fuße des Falles wüthet, und durch den Stoß einer so ungeheüern Wassermasse gegen den Felsen hervorgebracht wird. Ich gestehe es, mir verging die Lust, weiter zu gehen, auch versuchte es keiner von uns, weiter die schreckliche Gegend jener Höhlen zu betreten, die jedem, der sich zu ihrem Schlunde wagte, den Tod zu drohen schien. Keine Worte vermögen das Erhabene der Scene, von diesem Standpunkte aus gesehen, zu schildern." „Eine sonderbare Erscheinung," bemerkt Ellicot, „bei diesen Wasserfällen ist folgende. Unmittelbar unter dem höchsten Falle werden Schaum und Wasser vermengt in kugelförmigen Massen von der Größe eines gewöhnlichen Heüschobers in die Höhe geworfen; sie zerplatzen am Gipfel und schleüdern eine Dunstsaüle zu einer erstaunlichen Höhe empor, welche dann wieder niederfällt. Diese Erscheinung wird durch das Aufsteigen der Luft hervorgebracht, die in großer Menge durch die fallende Wassersaüle in das Flußbett mit hinabgerissen wird. In der letzten halben englischen Meile unmittelbar oberhalb des Wassersturzes beträgt das Gefälle des Stromes 58 Fuß. Das Gefälle des reißenden Stromes unterhalb des Falles in der Kluft zu nivelliren, hielt mich die Gefährlichkeit der Sache ab; ich schätzte es wenigstens auf 65 Fuß. Der Niagara hat hier folglich in einem Laufe von 7½ engl. (noch nicht vollen 2 deütschen) Meilen ungefähr 273 Fuß Gefälle."

Es ist bereits in einem früheren Kapitel erwähnt worden, daß der Niagara-Fall das Phänomen des Zurückschreitens darbiete. Nach School-

craft besteht das Bette des Niagara-Flusses und die ganze Umgebung aus rothem Sandstein, auf welchem ein Schiefer liegt, welcher sehr leicht zu zerreiben ist, und dieser ist seinerseits von einem Stinkkalk überlagert, der sehr Kalkspath- und Gypskrystalle enthält. Das ganze Land zwischen dem Niagara, Seneca, Alleghany, dem See Ontario und dem südlichen Ufer des Erie-Sees besteht, wie Schoolcraft glaubt, im Wesentlichen aus diesen drei Gebirgsarten. Sie zeigen sich auch bei den Fällen des Genessy, und bei Oswego wird auf den Sandstein als Baumaterial gearbeitet. Die angegebene Ordnung, in welcher die Gebirgsarten einander überlagern, mag die allmälige Zerstörung des Bodens durch das Wasser sehr erleichtern. Die geringe Festigkeit des an 40 Fuß mächtigen Schieferlagers unterliegt den Einwirkungen der Fluthen am ersten und macht, daß alsdann auch der darüber liegende Kalkstein in Massen herabstürzt. Ein merkwürdiges Beispiel hiervon war der Einsturz eines Theils des Tafelfelsen am Canadischen Ufer im Sommer 1818. Auf diese Weise ist der Niagara-Fall, der früher bei Lewiston gewesen sein soll, gegenwärtig sieben engl. Meilen aufwärts gerückt. Die Gewalt, die eine so staunenswürdige Veränderung hervorgebracht hat, ist noch vorhanden, und es läßt sich nicht annehmen, daß sich ihre Thätigkeit vermindert habe. Die Sitte, den Niagara-Fall zu besuchen, besteht erst seit 1784. Durch die Beschreibungen und Karten, welche man von Zeit zu Zeit davon verfaßt und aufnimmt, wird sich am Ende des Jahrhunderts die Größe seiner rückgängigen Wanderschaft sehr genau übersehen lassen.

Stromschnellen finden sich weit haüfiger und pflegen insbesondere die Gränze zwischen dem Mittel- und Unter-Lauf großer Ströme zu karakterisiren; sie sind, wie Hr. Ritter so schön gezeigt hat, die Überreste vormaliger Katarakten. Eine der merkwürdigsten Stromschnellen hat der amerikanische Fluß Connecticut aufzuweisen. Etwa fünfzig deütsche Meilen von seiner Mündung wird, — wie Otto (nach Sprengel und Forster) erzählt, — dieser ansehnliche Fluß von zwei hohen steilen Gebirgen so enge eingeschlossen, daß seine ganze Breite, in einer Länge von vierhundert Yards, nicht über fünfzehn Fuß beträgt. Hier erblickt man ein wunderbares Spiel der Natur. Das Wasser wird an diesem Ort, ohne Frost, blos durch den heftigen Druck und die daraus erwachsende ausnehmende Schnelligkeit, zwischen den widerstehenden Felsengebirgen, zu einer solchen Härte zusammengepreßt, daß man kein Brecheisen hinein zwängen kann. Blei, Eisen und Kork sind hier von gleicher Schwere. In einer unbegreiflichen Schnelligkeit und hart wie Eis, fließt der Strom mit einer unwiderstehlichen Gewalt hindurch und zersplittert Baüme mit

eben der Leichtigkeit, als der Blitz. Die Gestalt dieser wunderbaren, noch in keinem andern Flusse bemerkten, Enge ist ein Zickzack mit schiefen Winkeln. Um diese auffallende Erscheinung zu erklären, ist es, fügt Otto hinzu, nicht nöthig, eine wirkliche Verwandlung des Wassers in einen festen Körper anzunehmen, sondern die ungeheüre Schnelligkeit seiner Bewegung macht sie allein begreiflich.

Ähnlich, wenn auch in weit geringerem Maaßstabe, ist die Bewegung des Wassers im Amazonen-Strom, da, wo derselbe in der Punto de Manseriche die letzte Kette der Andes durchbricht. Oberhalb dieser Stelle hat das Flußbette eine Breite von 1500 Fuß, im Passe aber ist es bis auf ein Zehntel dieser Größe zusammen geschrumpft und zwischen Felsenwände eingepreßt. Ohne daß hier ein Wasserfall, oder nur eine vermehrte Neigung des Flußbettes ist, scheint dennoch das Wasser hinabzustürzen. Das Fahrzeüg, auf welchem La Condamine durch diese Enge fuhr, legte mehrere Toisen in einer Sekunde zurück.

Endlich haben wir noch des Phänomens der verschwindenden Flüsse zu gedenken, für das Sommer das ganz angemessene Hauptwort Flußschwinde vorgeschlagen hat. Dieses Phänomen zeigt sich sehr oft bei kleinern, seltener bei größern Gewässern in allen denjenigen Gegenden, wo die Erdrinde aus dem höhlenreichen Jurakalkstein besteht. So verschwindet die Maas bei Bazoilles und kommt wieder an die Oberfläche da, wo ihr Bette in diesen Kalkstein eingeschnitten ist; eben derselbe Fall findet mit der Guadiana Statt, welche in den Oyos de Guadiana wieder zum Vorschein kommt, und darum sagen die Spanier, wenn man ihnen irgend eine große Brücke in Frankreich oder England rühmt: — Kleinigkeit! wir Spanier haben in der Mancha eine Brücke, auf welcher hundert tausend Stück Vieh auf einmal weiden können! Die bekannteste Flußschwinde ist jedoch die Perte du Rhone unterhalb Genf. Das Bett, heißt es bei Sommer (nach Saussure), nimmt unmittelbar vor dem Schlunde die Form eines Trichters an, der Fluß stürzt sich mit unbeschreiblicher Wuth in die Tiefe hinab, und ein Theil des Wassers verwandelt sich, von den Wänden zurückgeworfen, in Schaum. Jener Trichter wird zuletzt so schmal, daß die ihn bildenden Felsenwände nur noch zwei Fuß von einander entfernt sind und man also den ganzen Fluß, mit einem Fuß auf französischem, mit dem andern auf savoischem Boden überspannen könnte. Etwas weiter hinab sind beide Ufer wieder an 30 Fuß weit von einander entfernt, welche Breite das Flußbett bis zu einer Tiefe von etwa 32 Fuß behält. In dieser Tiefe aber ragt von jeder Seite eine wagerechte Felsentafel von 1 bis 2 Fuß Dicke und 8 bis 10

Fuß Breite hervor. Wenn im Winter und Frühling das Wasser klein ist, so fließt der ganze Rhone unterhalb dieser zwei Tafeln, und sein Hinabstürzen gewährt alsdann den schönsten Anblick. Im Sommer und Herbst übersteigt das Wasser gemeiniglich jene Tafeln. Im Jahre 1777 stieg es bis ½ Fuß unter einer hölzernen Brücke, die noch 12 Fuß höher war, als der obere Rand des Kanals, d. i. 44 Fuß über den Platten. Der Lauf des Wassers unter denselben ist auf einmal sehr ruhig, erst weiter hinab fängt er an, rascher zu werden. Bei dem Dorfe Coupy ist der Fluß in einer Länge von 180 Fuß durch eine natürliche Decke überwölbt, welche durch eingestürzte Felsen entstanden ist und den Fluß auf dieser Strecke gänzlich unsichtbar macht. Mit einiger Geschicklichkeit im Klettern kann man hier trockenes Fußes über den Rhone setzen. Bei großem Wasser wird auch diese natürliche Felsenbrücke überschwemmt.

Man hat vermuthet, daß diese Erscheinung erst in verhältnißmäßig neüerer Zeit entstanden sei, indem man schloß, daß die Alten, welche doch den Rhone gut kannten, ihrer hätten Erwähnung thun müssen, was sie nicht gethan haben. Allein, mit Parrot's Ansicht vollkommen übereinstimmend, halten wir es für viel wahrscheinlicher, daß diese aus Jurakalkstein bestehende Gegend, ehe der Rhone durch sie floß, ein System unter- sowol als oberirdischer Höhlen gebildet habe, und daß sie von einem Erdbeben zerrissen worden sei, wobei die Trümmer der obern Decke in die Spalte gestürzt sein mögen, und durch diesen gleichzeitigen Sturz den hohlen Raum über den Platten, die vor der Erschütterung eine einzige bildeten, gelassen haben. Eine der untern Höhlen, die übrig geblieben, mag der Schlund sein, in den sich der Rhone stürzt, und auf dessen bedeütende Größe sich daraus schließen läßt, daß der hineintobende Fluß 300 Schritte weiter als ein ruhiges Wasser aus demselben hervorquillt. Vermuthlich ist durch die jährlichen Überschwemmungen nach und nach das alte Flußbette unkenntlich geworden. Bei der Maas ist die Flußschwinde vermuthlich nicht sehr alt; nach Héricart de Thury erkennt man noch das alte Flußbette, obgleich es angebaut ist, über dem unterirdischen.

Die Drome, in der Normandie, verliert sich, wie uns Arago belehrt, vollständig mitten in einer Wiese in einem Loch, welches 30 bis 36 Fuß Durchmesser hat, und dort zu Lande Fosse de Soucy heißt; aber der Fluß erreicht diesen Schlund nur mit einem sehr geschwächten Wasserstande: denn andere Löcher, welche auf derselben Wiese gelegen, aber nicht so auffallend groß sind, verschlucken (boivent, so ist der Lokal-

Ausdruck) den größten Theil seiner Wassermenge. In derselben Provinz von Frankreich verlieren sich die Rille, der Iton, die Aure u. a. m. nach und nach. In den Betten dieser Flüsse giebt es von Strecke zu Strecke Löcher, dort bétoirs genannt, deren jedes einen Theil der auf der Oberfläche fließenden Wasser absorbirt. Bei der Ankunft an dem bétoir, welches seine völlige Verschwindung herbeiführt, ist der Fluß gewöhnlich ein unbedeütendes Riesel geworden.

Dreißigstes Kapitel.

Über die Bestimmung der Größe der Stromgebiete. Escher's Untersuchungen über die Wassermenge, welche der Rhein bei Basel schüttet. Krayenhoff's hydrometrische Messungen im Nieder-Rhein. Untersuchungen über den Gang, welchen der Rhein im Verlaufe eines ganzen Jahres nimmt, gestützt auf Beobachtungen, die am Pegel zu Köln während eines halben Jahrhunderts angestellt worden sind. Hydro-Geschichte dieses Zeitraums. Verhalten der Regenmenge im Rheingebiet zum Wasserstande des Stroms. Beobachtungen an andern Pegeln des deütschen Nieder-Rheins; am Emmericher Pegel seit 1770.

Um das Verhältniß, in welchem die Stromgebiete an der Vertheilung des Flußnetzes über die Erdoberfläche Theil nehmen, genauer zu bestimmen, ist es versucht worden, die Größe ihres Flächeninhaltes zu ermitteln. Die sich ergebenden Resultate sind allerdings von Interesse, weil sie füglich als Verhältnißzahlen für die gegenseitige Stärke der Hauptflüsse eines jeden dieser Gebiete angesehen werden können. Und sind wir dann noch im Stande, die Wassermenge, welche die Flüsse in einem bestimmten Zeitraume schütten, festzustellen, so bieten sich theils unter verschiedenen Flußgebieten, theils unter den verschiedenen Stufen eines und desselben Gebietes eine Menge von Vergleichungspunkten dar, die, mit den Hydrometeoren der betreffenden Landstriche in Verbindung gebracht, zu den lehrreichsten Ergebnissen und Ansichten führen müssen.

Dieses setzt eine genaue Kenntniß von dem Flächeninhalt der Stromgebiete voraus, und diese kann sich nur auf eine genaue Kenntniß von der geographischen Lage ihrer Gränzen stützen. Escher sagte im Jahre 1821, und es läßt sich auch heüte wiederholen: Wir haben noch keine trigonometrische Karte der Schweiz, um mit einiger Zuverlässigkeit die Ausdehnung des Landes und seiner verschiedenen Wassergebiete beurtheilen und mit den Berechnungen über die abfließende Wassermasse aus denselben vergleichen zu können. Wir sind noch nicht im Stande, den

Flächenraum des Donau=Gebietes mit annähernder Genauigkeit zu bestimmen, denn es fehlt für die Länder, welche die Donau mit ihren Nebenflüssen jenseits der Gränzen von Deütschland bewässert, durchaus an beglaubigten Nachrichten über die geographische Lage und Ausdehnung derselben. Eben so ist es mit dem Gebiet des größten eüropäischen Stromes, der Wolga u. a. Wenn es sich so verhält mit demjenigen, was uns so nahe liegt, wie schwankend erst müssen die geographischen Thatsachen sein, auf welche man die Berechnung der Flächenraüme der außereüropäischen Stromgebiete stützt?

Als der erste, welcher diesem Zweige der Hydrographie eine besondere Aufmerksamkeit gewidmet hat, ist Ludwig Müller anzusehen. Das Verfahren, welches er dabei befolgte, erlaütert er mit folgenden Worten: — Um den Flächeninhalt eines Flußgebietes zu finden, nimmt man eine Karte, worauf der ganze Fluß mit allen seinen Einflüssen verzeichnet ist, durchsticht in der Mitte der Ursprünge aller fließenden Gewässer das Papier mit einer Nadel, kehrt sodann die Karte um, zieht alle durchstochenen Punkte mit geraden Bleilinien zusammen, theilt diese dadurch entstehende Figur in so viel Dreiecke, als sie Seiten hat, weniger zwei, und rechnet jedes Dreieck vermittelst des auf der Karte befindlichen Meilenmaaßstabes aus; da dann die Summe aller Dreiecke die Größe des Gebiets dieses Flusses in Quadratmeilen angeben wird. Will man die Größe des Gebiets eines nur kleinen, vielleicht nur einströmigen, fließenden Wassers bis an eine beliebige Stelle wissen, so nimmt man dazu eine Spezialkarte, worauf das Ruthenmaaß mit verzeichnet ist; sticht dann die gegebene Stelle und so ferner die Mitte oder den Scheitel des Terrains, welcher sich zwischen diesen und den zu beiden Seiten mit ihm vielleicht gleichlaufenden und dem gegenüber abfließenden Wasser befindet, mit der Nadel durch, kehrt die Karte um und verfährt wie oben, so bekommt man die Größe des kleinen Gebiets in Quadratruthen. Auf diese Weise habe ich vor etwa 25 Jahren (also um das Jahr 1780, da Müllers Schrift im Jahre 1807 erschien) mit vieler Mühe und Genauigkeit die Flußgebiete berechnet, deren Angaben weiter unten befindlich sind.

Aus dieser Beschreibung erhellet, daß Müller rein graphisch verfuhr, ohne auf die Projektionsart der Karten, auf die Kugelgestalt, oder gar auf die Abplattung der Erde Rücksicht zu nehmen, was doch, wie wir aus einem frühern Kapitel dieser Umrisse der physikalischen Erdbeschreibung wissen, ein nothwendiges Erforderniß ist. Erwägt man überdem, daß damals, als Müller seine Berechnungen machte, die Mangelhaftigkett der geohydrographischen Kenntnisse noch weit größer war, als sie es gegenwärtig

für den größten Theil der Erdoberfläche ist, so leüchtet es ein, wie den von ihm gefundenen Resultaten nur ein sehr untergeordneter Werth beigelegt werden kann. Eben dasselbe gilt mehr oder minder von den Flächeninhalts-Angaben, welche über einzelne Strom- und Flußgebiete in neüerer Zeit bekannt geworden sind, indem bei Berechnung auch dieser Resultate aller Wahrscheinlichkeit nach der Einfluß vernachlässigt worden ist, den die Projektionsart der Karten und das Abplattungsverhältniß auf Areal-Bestimmungen ausübt.

Meine Angaben (vom Jahr 1830 *)) sind im Wesentlichen die Müllerschen; doch wurden sie hin- und wieder, wie es der derzeitige Zustand unserer geographischen Kenntnisse erfordert, modificirt und Müllers Tabelle überdem mit mehreren Stromgebieten erweitert. An das Areal knüpfte ich zugleich numerische Daten über die Länge der Ströme, erstlich, nach geradem Abstand der Quelle bis zur Mündung und zweitens in den Stromkrümmungen gemessen; woraus sich die Größe der letzteren und ihr Verhältniß zum direkten Abstande ergiebt, — alles (genäherte) Thatsachen, aus denen sich eine Menge lehrreicher Vergleichungen herleiten lassen. Die Wiederholung dieser hydrographischen Tafel ist hier überflüssig, weil das Buch in den Händen sehr vieler Leser des gegenwärtigen Werkes entweder schon sein dürfte, oder es ihnen doch leicht zugängig ist.

Wir wenden uns daher gleich zu einem andern Gesichtspunkt, aus welchem die Größe der Ströme beurtheilt werden kann, nämlich zu dem Wasserstande und der Wassermenge, welche sie in einem gegebenen Zeitraum entweder an irgend einem Punkte ihres Laufes in das zunächst angränzende tiefere Niveau, oder unmittelbar ins Meer schütten; und hieran werden sich Beobachtungen über die Neigung oder das Gefälle des Wasserspiegels der Ströme anreihen lassen.

Die Hydrologie des festen Landes ist noch lange nicht so vollständig bearbeitet, daß es schon jetzt möglich wäre, auf diese Weise alle große Ströme der Erde zu mustern. Es gehören dazu so umfassende und fortgesetzte Beobachtungen, daß wir die hierher gehörigen Nachrichten selbst unter den eüropäischen Flüssen nur von verhältnißmäßig sehr wenigen besitzen. Und auch nicht alle Flüsse Eüropas, von denen man hydrometrische Angaben besitzt, können hier berücksichtigt werden; wir müssen eine Auswahl treffen; und da tritt uns zunächst unser vaterländischer Rhein entgegen.

*) Die ersten Elemente der Erdbeschreibung. Berlin, 1830, bei Reimer. S. 236—239, 246.

Der Rheinstrom.

Die Angaben über das Quantum des flüssigen Elementes, welches in dem Rheinbette innerhalb einer gegebenen Zeit abgeführt wird, beziehen sich auf zwei Punkte, die gerade die wichtigsten im ganzen Stromlaufe sind, nämlich auf Basel und den holländischen sogenannten Oberrhein, da wo die Deltabildung beginnt.

Die Kenntniß der Beobachtungen über die bei Basel vorüberfließende Wassermenge verdankt man dem wackern Escher, der sie vor fünfzehn Jahren in einer naturwissenschaftlichen Zeitschrift (dem Anzeiger der allgemeinen schweizerischen Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften) mittheilte, die, wie es scheint, wenig verbreitet worden ist; denn die wichtigen Thatsachen, welche Escher sammelte, sind, so viel bekannt, noch in keine geographische Schrift übergegangen. Es wird daher hier wohl nicht am unrechten Orte sein, wenn ein vollständiger Auszug aus Eschers Abhandlung vorgelegt wird.

Angaben über die aus dem Wasserbecken des Rheins in den Alpen und dem Jura bei Basel jährlich abfliessende Wassermenge.

Diejenige Gegend unseres Erdtheils, aus der sich die Hochgebirgskette der Alpen erhebt, liegt 180' bis 200' über der Meeresfläche. Das Alpengebirge selbst erhebt sich nur stufenweise bis zu den höchsten innern Centralketten, welche bis 2200' hoch über der Meeresfläche in die Atmosphäre emporragen. Schon in der Höhe von 1370' vermag weder die Sonne in Verbindung mit der Atmosphäre, noch die innere Wärme der Erde den Schnee, womit jeder Winter die Alpenkette aufs Neüe deckt, ganz wegzuschmelzen, und alle Thäler und sanftere Gebirgsabhänge, von welchen der Schnee nicht herabgleitet, die diese Höhe übersteigen, sind mit ewigem Schnee und Eis bedeckt. In den Längenthälern, welche zwischen den höchsten Centralketten hinlaufen, sind die ausgedehntesten und stärksten Eismassen aufbewahrt, welche nicht blos auf dem unmittelbar aus der Atmosphäre auf sie fallenden Schnee, sondern hauptsächlich durch die Schneelauwinen unterhalten werden, welche von den allseitigen, meist sehr steilen Felswänden in sie hinabglitschen, womit sich die innersten Felsenketten der Alpen noch aus dieser starken Eisregion emporheben.

In den höheren Regionen, welche die ewige Schneegränze übersteigen, ist die Wirkung der Sonne und der Atmosphäre zur oberflächlichen Schmelzung des Schnees nur schwach; also würden sich diese ungeheüern

Glätschermassen durch den jährlichen beträchtlichen Zuwachs, den sie erhalten, bald so ausdehnen, daß sie zuletzt die aus ihnen hervorragenden Felsenketten in ihren Schooß vergraben und über alle aüßern Abhänge derselben in die tiefern Thäler herabglitschen müßten, wenn nicht die innere Wärme der Erde diese Glätscher von unten herauf ununterbrochen abschmelzen würde, wodurch sie theilweise unterhöhlt werden und also auch theilweise einsinken, um sogleich wieder neüe Flächen dem Erdboden zur allmäligen Abschmelzung darzubieten. Auf diese Art wird auch in der starren Eisregion der übermäßigen Ausdehnung dieser Glätschermassen entgegengewirkt. Aber selbst diese ununterbrochene Wirkung der specifischen Wärme der Erde auf die Glätscher ist nicht hinreichend, ihrem allmäligen Anwachs zuvorzukommen, sondern es hat eine Vermehrung der Eis- und Schneemasse in diesen obersten Centralthälern der Alpen wirklich Statt; aber da die Centralketten so wie die übrigen Gebirgsketten der Alpen durch viele Querthäler zerrissen sind, so drängt sich die in den Längenthälern allmälig anwachsende Glätschermasse durch diese Seitenöffnungen der sie einschließenden Gebirgsketten heraus, und da sie hier mehr und minder steile Abhänge vorfindet, so wird ihr auf diesen das Vorrücken gegen die tiefern Thäler herab erleichtert. Auch hier noch wirkt die innere Wärme der Erde auf die untere Fläche der durch die Querthäler herausgeschobenen Glätschermassen, also werden auch sie unterhöhlt und sinken theilweise ein: da sie sich aber auf einer abhangigen Fläche befinden, so wird bei diesem Einsinken der natürliche Druck des sich aus den hohen Thälern hervordrängenden Eises dadurch noch vermehrt und also das Vorrutschen der ganzen Glätschermasse, die sich hier ganz zerrissen zeigt, erleichtert.

Auf diese Art werden Glätschermassen bis in bewohnte fruchtbare Thäler herabgedrängt, welche nur noch 500' Höhe über dem Meere haben, wo also die von allen Seiten zurückprallenden Sonnenstrahlen und die Wärme der Atmosphäre dieser Thäler, in Verbindung mit der specifischen Wärme der Erde so sehr auf diese aus der höheren Glätscherregion herabgedrängten Eismassen wirkt, daß sie alle Sommer mehr und minder stark abgeschmolzen werden, und so dem noch höher im abhangigen Querthal liegenden Glätscher-Eis das Vorrücken erleichtern. Auf diese Art drängt sich die Vermehrung der Glätschermasse, welche in den höchsten Längenthälern und auf flachen Hochgebirgen ganz unstreitig Statt hat, in die tieferen und wärmeren Thäler herab, wo nun dieser Anwachs der Glätschermasse weggeschmolzen und so auf eine sehr zweckmäßige Art das

Gleichgewicht zwischen der jährlich entstehenden und wieder abschmelzenden Eismasse erhalten wird.

Ganz natürlich kann eine Reihe von Jahren eintreten, wo wegen einer schwächeren Temperatur der Atmosphäre die Glätschermasse sich in etwas vermehrt und ausdehnt, so wie hingegen auch wieder Reihen von wärmeren Jahrgängen eintreten, welche die Glätschermasse vermindern und also ihre Ausdehnung beschränken. Da nur wenige in die tiefern Thäler vorgeschobene Glätscher sich vorfinden, in deren Nähe nicht Spuren von älteren Glätscherwällen in einiger Entfernung von dem jetzigen Glätscherrand sich zeigen, so ergiebt sich hieraus, daß im allgemeinen betrachtet, die Ausdehnung der Glätscher sich gleich bleibt, und eher eine Verminderung als eine Ausdehnung derselben, in der tiefsten Region sich zeigt.

Das Abschmelzen der Glätscher an ihrer untern Fläche, welches durch die specifische Wärme der Erde bewirkt wird, hat ununterbrochen, also auch im Winter Statt, und dadurch werden die Quellen der Bäche und Ströme auch während der Herbste und Winter unversiegbar erhalten. Hingegen tritt das oberflächliche Abschmelzen der Glätscher und des Schnees, welcher die ganze Alpenkette jeden Winter aufs Neüe bedeckt, meist nur in den wärmeren Jahreszeiten ein, daher dann in diesen alle Quellen, Bäche und Ströme der Alpen bedeütend verstärkt werden und eine sehr beträchtlich vermehrte Wassermasse den verschiedenen Abtheilungen unseres Erdtheils und den diese umgebenden Meeren abliefern.

Noch sind keine Versuche gemacht worden, um die Wassermasse zu schätzen, welche die Schweizer Hochgebirge jährlich den benachbarten Ländern abliefern, doch wären solche Angaben nicht ohne hohes Interesse, indem sie auch für die Meteorologie von großem Werth wären; denn da sich die Glätschermassen und Seen in der Schweiz immer ungefähr gleich bleiben, wenn wir die kleinen Abweichungen abrechnen, welche durch die Verschiedenheit der Jahreszeiten und der wärmern und kältern Jahre bewirkt werden, so muß offenbar um so viel mehr Wasser in Form von Regen, Schnee, Hagel und Thau auf die Oberfläche der Schweizer Alpen und des sie zunächst umgebenden Geländes fallen, in Vergleichung gegen andere Länder, welche keine bedeütenden Ströme abliefern, als die ganze Wassermasse beträgt, welche aus dem Schooß der Schweiz durch ihre Ströme jährlich entladen wird.

Die Schätzung der jährlich durch die Ströme abfließenden Wassermasse kann nicht ohne sorgfältige Messungen Statt haben, wozu bis auf die neüeste Zeit in der Schweiz keine Anstalten vorhanden waren. Zwar befanden sich an verschiedenen Strömen und Seen Pegel, an welchen das periodische

Steigen und Sinken der Gewässer beobachtet werden konnte und a welchen auch wohl außerordentlich hohe und niedrige Wasserstände verzeichnet waren, aber nirgends wurden regelmäßige Beobachtungen an diesen Pegeln gemacht oder aufgezeichnet, und noch weniger wurden diese Wassermessungen mit Beobachtungen über die Stromprofile und die Geschwindigkeit der abfließenden Wassermassen in Verbindung gesetzt. Erst im Jahre 1808 ist auf Veranstalten des Obersten und Staatsraths Stehlin an der Rheinbrücke zu Basel ein Pegel errichtet und an demselben seit dem Monat März des genannten Jahres regelmäßig beobachtet worden.

Basel ist in verschiedener Beziehung ein sehr schicklicher Punkt zu ähnlichen Beobachtungen und ganz geeignet, um denselben einen höheren wissenschaftlichen Werth geben zu können. Hier finden sich alle Gewässer des Rheinwasserbeckens vereinigt, und unterhalb dieses Beobachtungspunktes sind in der Nähe weder bedeütende, in den Rhein ausfließende Ströme, noch Mühlwerke vorhanden, welche eine Aufschwellung der abfließenden Wassermasse bewirken, durch welche die beobachteten Wasserstände unregelmäßig gemacht werden könnten. Einzig darf bei der Beurtheilung der Rheinhöhen am Basler Pegel nicht vergessen werden, daß hier außer den Alpengewässern auch schon Jurawasser und besonders die Birs mit dem Rhein verbunden sind.

An diese regelmäßigen Beobachtungen der Rheinwasserstände in Basel reihen sich sehr vortheilhaft verschiedene Längen- und Querprofil-Messungen, welche im Februar 1819 im Rheinbette bei Basel mit sehr viel Sorgfalt vorgenommen wurden, aus welchen sich sowol die Profile des Rheinbettes bei verschiedenen Wasserhöhen, als auch der Fall des Rheinstroms in der Gegend der Stadt Basel beurtheilen läßt. Auch sind im Jahre 1793 von dem Landes-Commissar Schäfer Geschwindigkeits-Beobachtungen der abfließenden Wassermasse bei einem gegebenen Wasserstand gemacht worden, welche höchst interessante Angaben zu den Berechnungen geben, die zur Beurtheilung der abfließenden Wassermasse erforderlich sind. — Die vorhandenen Angaben sind folgende:

Das Gefälle der Oberfläche des Rheinstroms bei Basel beträgt laut der im Februar 1819 vorgenommenen Abwägung desselben auf 2800 Fuß Länge einen Fuß Fall.

Das Querprofil des Rheinbettes zunächst unterhalb der Brücke zu Basel hat nach den beiden Vermessungen desselben, welche in den Jahren 1793 und 1819 vorgenommen wurden, ziemlich übereinstimmend ungefähr folgenden Flächeninhalt: —

Pegelhöhe.	Quadratfuß.	Pegelhöhe.	Quadratfuß.
1′	3840	9′	8360
1 5″	4040	9 5″	8630
2	4230	10	9000
2 5	4470	10 5	9330
3	4700	11	9660
3 5	4950	11 5	9990
4	5220	12	10320
4 5	5500	13	10980
5	5800	14	11640
5 5	6120	15	12300
6	6440	16	12960
6 5	6760	17	13620
7	7080	18	14280
7 5	7400	19	14940
8	7720	20	15600
8 5	8040	21	16260
		22	17000

Die zuletzt angeführte Wasserhöhe ist die höchste bekannte; sie fand im Jahre 1801 Statt.

Die Geschwindigkeitsmessungen, welche im Jahre 1793 vorgenommen wurden, gaben ungefähr 4 Fuß in der Zeitsekunde. Die mittlere Geschwindigkeit des Rheinstroms beträgt nach Eytelweins Formel 5 Fuß. Die Verschiedenheit, welche hier zwischen der Beobachtung (die bei einem Wasserstande von 3′ 5″ Statt fand) und der Theorie obwaltet, scheint hauptsächlich auf der unregelmäßigen Form des Rheinbettes und vielleicht auch auf der Unvollständigkeit der angestellten Geschwindigkeits-Beobachtungen zu beruhen. Escher nimmt übrigens für die Berechnung der abfließenden Wassermasse vorzugsweise das Resultat der Beobachtung und nähert sich dann bei den höheren Wasserständen, bei welchen der Einfluß der Unregelmäßigkeiten des Strombettes immer schwächer wird, allmälig dem Resultat der Eytelweinschen Formel, doch ohne dasselbe vollständig anzunehmen. Diesem zufolge ergiebt sich die Geschwindigkeit in einer Zeitsekunde bei den verschiedenen Wasserständen folgendermaßen:

Pegelhöhe.	Geschwindigkeit.	Pegelhöhe.	Geschwindigkeit.
1'	3',5	9'	5',1
1,5	3,6	9,5	5,2
2	3,7	10	5,3
2,5	3,8	10,5	5,4
3	3,9	11	5,5
3,5	4,0	11,5	5,6
4	4,1	12	5,7
4,5	4,2	13	5,9
5	4,3	14	6,1
5,5	4,4	15	6,3
6	4,5	16	6,5
6,5	4,6	17	6,7
7	4,7	18	6,9
7,5	4,8	19	7,1
8	4,9	20	7,3
8,5	5,0	21	7,5
		22	7,7

Aus den Extremen dieser Angaben stellen sich folgende Resultate heraus:

Wenn die Rheinhöhe auf 1 Fuß des Pegels an der Brücke in Basel steht, so ist das Wasserprofil des Rheins 3840 Quadratfuß und die mittlere Geschwindigkeit der abfließenden Wassermasse 3,5 Fuß. Also fließen in jeder Zeitsekunde 13,440 Kubikfuß Wasser durch den Rhein ab, also in jeder Stunde 48,384,000 Kubikfuß oder 48,384 Kubikklafter zu 1000 Kubikfuß jede Klafter. Also fließen bei diesem niedrigsten Wasserstande des Rheins doch täglich 1,161,216 Kubikklafter Wasser bei Basel durch diesen Strom ab.

Dagegen ist bei 22 Fuß Pegelhöhe das Profil 17,000 Quadratfuß, die Geschwindigkeit 7',7. Also liefert jede Sekunde 136,900 Kubikfuß und jeder Tag 11,828,160 Kubikklafter. Mithin fließt beim höchsten Wasserstand des Rheins bei Basel ungefähr 10 Mal mehr Wasser in gleicher Zeit ab, als beim niedrigsten Wasserstand abfließt, und die mittlere abfließende Wassermenge hat bei 14½' Pegelhöhe des Rheins Statt und beträgt 6,494,638 Kubikklafter auf den Tag.

Die nachstehende Tabelle enthält eine summarische Übersicht vom Zustande des Rheinstromes bei Basel in den zwölf auf einander folgenden Jahren von 1809 bis 1820.

Im Jahre	Der Wasserstand am Pegel der Rheinbrücke zu Basel betrug in Baseler Fuß und hielt sich auf demselben in jedem Jahre an folgender Anzahl von Tagen: 1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	Betrag der Wassermenge in jedem Jahre, nach Basel. Kubikklaft.
1809	—	—	11	18	34	20	15	34	20	14	15	28	32	40	22	13	12	19	8	5	1	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	942.311.182
1810	—	5	12	17	8	4	23	29	26	20	27	39	36	30	23	29	16	11	4	3	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	959.064.704
1811	—	—	—	—	14	17	43	46	30	25	38	12	15	17	46	14	17	8	4	4	4	4	2	3	2	—	—	—	—	—	—	—	—	971.713.629
1812	—	—	—	—	—	18	29	8	23	18	20	18	18	28	16	37	33	33	12	20	15	5	5	4	2	2	1	1	—	—	—	—	—	1176.905.710
1813	—	—	15	13	7	15	26	46	16	6	12	21	14	25	36	31	17	17	12	6	5	4	12	2	1	3	2	1	—	—	—	—	—	1061.078.404
1814	—	—	—	2	23	39	46	25	20	29	31	28	26	18	10	10	14	16	6	6	7	6	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	953.612.797
1815	—	—	—	—	—	15	33	39	30	24	28	25	14	22	15	22	12	9	12	16	16	8	8	8	8	1	—	—	—	—	—	—	—	1107.282.609
1816	—	—	—	—	—	4	12	18	20	28	22	14	20	20	18	23	18	19	23	19	10	16	29	17	8	6	1	1	—	—	—	—	—	1311.836.102
1817	—	—	—	—	—	9	22	18	33	36	26	31	10	16	20	15	6	5	8	16	10	12	25	18	16	6	3	1	1	1	1	—	—	1262.290.523
1818	—	—	—	7	16	29	24	15	18	25	21	42	45	48	26	15	12	8	7	4	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	971.129.893
1819	—	—	7	12	15	33	47	43	41	34	17	18	15	18	18	14	7	7	3	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	—	—	—	—	896.477.948
1820	—	—	—	—	2	38	30	35	45	29	24	23	19	45	36	9	12	7	5	1	1	2	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	947.470.610

Der Mensch, sagt Escher, hat meist Mühe, sich Größen, die durch lange Zahlenreihen ausgedrückt sind, zu versinnlichen, daher es nicht unzweckmäßig ist, bekanntere, leicht aufzufassende Größen mit jenen durch Zahlen ausgedrückten zu vergleichen. Wenn wir nun ein Wasserbecken, z. B. den Bodensee, von 15 Stunden Länge und 5 Stunden Breite, mit einem ebenen flachen Boden annehmen, so würde die im Jahre 1809 bei Basel durch den Rhein abgeflossene Wassermasse, in diesem Seebecken eine Höhe von 56 Fuß einnehmen; folglich müßte doch der Rhein während mehrerer Jahre in den Bodensee fließen, um dieses Wasserbecken auszufüllen. Der Mehrbetrag von 16³/₄ Millionen Kubikklafter, welcher gegen das Jahr 1809 im darauf folgenden Jahre bei Basel vorüberfloß, würde im Bodensee eine Steigerung des Wasserspiegels von nur 1 Fuß bewirkt und das Maximum der Wassermasse, welches innerhalb der zwölf Beobachtungsjahre im Jahre 1816 eintrat, in demselben Wasserbecken eine Höhe von 78 Fuß hervorgebracht haben. Ungeachtet der außerdentlichen Höhe, zu welcher das große Wasserbecken des Bodensees und die meisten Zuströme des Rheins im Jahre 1817 anstiegen, so blieb doch die Wassermenge, welche im Laufe dieses Jahres bei Basel abfloß, über 49¹/₂ Millionen Kubikklafter unter der Wassermasse des Jahres 1816, als der größten, welche seit der Aufstellung des Pegels bis jetzt (1821) berechnet werden konnte.

Zieht man aus den zwölfjährigen Beobachtungen, welche in der vorstehenden Tabelle enthalten sind, mittlere Resultate, so findet sich zunächst die Zahl der Tage, an welchen der Rhein bei Basel, im Verlauf eines ganzen Jahres, eine gegebene Wasserhöhe am Pegel erreichen kann, folgendermaßen:

Pegelhöhe.	Tage.	Pegelhöhe.	Tage.
1′,5	0,41	9′	14,66
2	3,75	9,5	13,25
2,5	5,75	10	8,66
3	9,91	10,5	8,66
3,5	20,08	11	6,58
4	29,16	11,5	5,16
4,5	29,66	12	7,25
5	26,83	13	4,50
5,5	24,00	14	3,16
6	23,41	15	1,58
6,5	24,91	16	0,66
7	22,00	17	0,41
7,5	27,25	18	0,16
8	23,83	19	0,08
8,5	19,33	20	0,08

Man sieht hieraus, daß während $^{5}/_{6}$ des Jahres oder im Verlauf von 10 Monaten die Wasserhöhe des Rheins zwischen $3^{1}/_{2}$ und $9^{1}/_{2}$ Fuß wechselt und als mittlerer Wasserstand etwa $6^{1}/_{2}$ Fuß angenommen werden können *).

Zieht man demnächst auch ein mittleres Resultat aus den in den zwölf Jahren 1809 bis 1820 bei Basel vorübergeflossenen Wassermassen, so findet Escher als durchschnittlichen Betrag auf jedes Jahr 1046.763.676 Kubikklafter. Nur die Jahre 1812, 1813, 1815, 1816, 1817 erreichten oder überstiegen dieses Mittel, die übrigen sieben Jahre hingegen blieben unter demselben.

Alle diese Größen sind in Baseler Stadtmaaß ausgedrückt. Reduciren wir dasselbe auf ein bekannteres Maaß und wählen für dieses den Meter, so haben wir die Größe desselben = $443,_{2959}$... Pariser Linien,

---

*) Nach einer neüern Mittheilung, von Merian an Leonhard (in dessen Jahrbuch für Mineralogie 2c. Jahrgang 1836, S. 195), beträgt im Durchschnitt der sechs und zwanzig Jahre 1809 bis 1835:

Der mittlere Wasserstand des Rheins bei Basel	$6,_{56}$	Fuß
Der höchste jährliche Mittelstand	$8,_{51}$	„
Der niedrigste Jahresstand fand 1830 Statt mit	$4,_{53}$	„
Der höchste bezeichnete Rheinstand trat den 31. Dec. 1801 ein und betrug	$21,_{8}$	„
Der niedrigste erfolgte am 4. Februar 1830 mit	$0,_{9}$	„

Ob für den Pegel bei Basel eine hydrographische Arbeit vorgenommen worden, wie diejenige, welche ich weiter unten für die Pegel bei Köln und Emmerich mittheile, weiß ich nicht. Wenn es nicht der Fall sein sollte, so findet sich Hr. Professor Merian vielleicht veranlaßt, sich derselben zu unterziehen, wobei es wünschenswerth wäre, alle Größen in rheinländischem Maaß auszudrücken.

Die zuverlässigsten Angaben über die absolute Höhe des Nullpunktes des Rheinpegels bei Basel sind: —

1) Nach Merian's Berechnung vom Jahre 1831	$127^{t},_{6}$
2) Nach Buchwalder	$129,_{5}$
3) Nach Michaelis	$125,_{3}$
4) Nach Horner	$127,_{0}$
Durchschnittswerth für den Nullpunkt des Pegels	$127^{t},_{35}$
Niveau des mittlern Wasserstandes des Rheins bei Basel über dem Meere	$128,_{356}$

oder $770'\ 1'',_{08}$ rheinländisches Maaß.

Die vorstehenden Angaben weichen nicht sehr von einander ab, wol aber von dem Resultat des Generals van der Wyck (in Leonhards Jahrb. 1835, S. 258), wozu derselbe durch die ungefähre Berechnung des Rheingefälles gelangt ist. Angaben wie die von Müller (148t) und Ebel (158t), die auf einzelnen älteren und dazu nicht einmal genauen Beobachtungen beruhen, können wol kaum mit Bestimmungen, die eine ganze Reihe von Beobachtungen umfassen, auf die gleiche Linie gestellt werden.

während der Baseler Fuß = 132,2 Pariser Linien. Dieses Verhältniß zum Grunde gelegt, findet sich

die Wassermenge, welche im Durchschnitt alle Jahr durch den Rhein bei Basel vorüberfließt = 27.762.757.100 Kubikmeters.

Hydrometrische Angaben für den Unterrhein.

Es ist in einem früheren Kapitel schon mehrfach der hydrometrischen Beobachtungen Erwähnung geschehen, welche der General-Inspekteur des holländischen Waterstaats, Brünings, in den Jahren 1789 und 1790 im Unterrhein, oder Oberrhein, wie die Holländer sagen, so wie in den übrigen holländischen Strömen, den Armen des Rheindelta, angestellt hat. In neüerer Zeit sind diese Messungen von seinem Amts-Nachfolger, dem nachherigen General Krayenhoff, wiederholt worden, der über den Zustand des fließenden Elements in seinem Vaterlande ein an Resultaten überaus reichhaltiges Werk bekannt gemacht, welches im Folgenden benützt wird.

Zunächst theilen wir eine Übersicht des Wasserstandes im Rheindelta vom Scheidungspunkte bei Pannerden abwärts, mit, nach neünundzwanzigjährigen Beobachtungen von 1782 bis 1810, in drei Perioden gruppirt, nach dem mittlern Sommer- und dem mittlern Jahresstande. Aus dieser Übersicht erhellet, daß sich die Wasserhöhe in diesen drei Zeiträumen ziemlich gleich erhalten hat, sowol nach dem Sommer- als dem Jahres-Durchschnitt. Dann folgt eine vollständige Darstellung des Wasserstandes und des Gefälles aller holländischen Stromverzweigungen, von Emmerich abwärts, für einen bestimmten Tag, den 26. August 1812, berechnet, an welchem, wie sich im Verlauf der Darstellung ergeben wird, die Ströme eine Wasserhöhe hatten, welche füglicher Weise als ein Normalstand angesehen werden kann.

In den hierauf bezüglichen Tabellen ist die Höhe der Pegel-Nullpunkte und des Wasserspiegels auf 0 A. bezogen, d. h.: auf den Nullpunkt des Pegels von Amsterdam. Dieser Pegel, Stads-peil genannt, steht schon seit beinahe einem Jahrhundert (seit 1750) und hat seitdem keine Veränderung erlitten. Der Nullpunkt dieses Pegels scheint im Niveau des mittleren Meerstandes an der Mündung der Maas zu liegen; der Unterschied der Ebbe und Fluth beträgt hier 5' 11'' rheinländisches oder preüßisches Maaß, das allen nachfolgenden Angaben zum Grunde liegt. Hinsichts des Pegels bei Emmerich ist zu bemerken, daß der Nullpunkt desselben, wie bei den meisten Pegeln am preüßischen Niederrhein, im Jahre 1817 um zwei Fuß tiefer gesetzt worden ist; seit jener Zeit beträgt demnach

die Höhe dieses Pegel-Nullpunktes 32′ $5,''_{708}$ über dem Nullpunkte des Amsterdamer Stadtpegels. In den zunächst folgenden Übersichten ist jedoch der alte Nullpunkt beibehalten worden.

Tafel zur Übersicht des mittlern Wasserstandes im Rheindelta für die sechs Sommermonate vom 1. Mai bis 31. Oktober,

nach Beobachtungen in den Jahren 1782 bis 1810.

Am Pegel bei	Mittlerer Wasserstand in rheinländ. Maaß											
	1782—1791			1792—1801			1802—1810			Neün u. zwanzig Jahre.		
Pannerden	8′	0″	8‴	7′	10″	4½‴	8′	4″	10‴	8′	1″	7⅔‴
Nimwegen	8	5	8	8	4	1½	9	1	9½	8	7	10½
Arnheim	7	1	4	6	0	9½	6	4	4	6	6	0⅔
Gorinchem	2	3	3½	2	3	6½	2	5	2	2	4	0
Vianen	6	9	10	6	5	3	6	9	8½	6	8	3⅙
Doesburg	4	3	8	3	6	1½	4	3	10	4	0	6½
Zütphen	4	4	1	3	6	0	4	3	3	4	0	5⅓
Grave (Maas) .	3	4	9½	3	3	0	2	10	0½	3	2	0

Tafel zur Übersicht des mittlern Wasserstandes im Rheindelta im Verlauf des ganzen Jahres,

nach Beobachtungen vom 1. Januar 1782 bis 31. December 1810.

Am Pegel bei	Mittlerer Wasserstand in rheinländ. Maaß											
	1782—1791			1792—1801			1802—1810			Neün u. zwanzig Jahre.		
Pannerden	8′	6″	11½‴	8′	9″	10‴	9′	2″	4½‴	8′	10″	4⅔‴
Nimwegen	8	10	3	9	3	5	10	4	0	9	5	10⅔
Arnheim	7	7	6	7	0	5	7	3	1	7	3	8
Gorinchem	2	9	7	3	1	4	3	5	5½	3	1	5½
Vianen	7	4	11½	7	3	2	7	10	3½	7	6	1⅔
Doesburg	4	10	7	4	6	7	5	7	2	5	0	1⅓
Zütphen	5	0	9½	4	9	9	5	8	7½	5	2	4⅔
Grave (Maas) .	5	10	3	5	11	2	6	2	11½	6	0	1½

Wasserstand und Gefälle des Oberrheins, der Waal, der Merwede und des Noord am 26. August 1812.

Pegel bei	Entfernung der Pegel in Ruthen.	Höhe des Pegel-Nullpunktes über 0 A.	Wasserstand am Pegel.	Höhe des Wasserspiegels über 0 A.	Neigung auf der ganzen Entfernung.	Mittleres Gefälle auf 100 Ruthen Länge.
Emmerich	. . .	34′ 5″ 8½‴	6′ 3″	40′ 8″ 8½‴		
	5025				7′ 1″ 2½‴	1″ 8,‴35
Hülhüizen	. . .	24 6 6	9 1	33 7 6		
	3200				4 5 8	1 8,125
Nimwegen	. . .	19 9 10	9 4	29 1 10		
	5500				9 3 10	2 0,40
Ochten .	. . .	10 11 0	8 11	19 10 0		
	2535				2 9 8	1 3,94
Thiel . .	. . .	7 11 4	9 1	17 0 4		
	4850				8 4 2½	2 0,79
Bommel.	. . .	8 7 1½	0 1	8 8 1½		
	4660				3 8 5 5 0 5	0 11,44 1 3,56
Woudrichem . .	. . .	5 0 2½	— 0 0½ — 1 4½	4 11 8½ 3 7 8½		
	560				0 3 4½ 0 5 4½	0 7,15 0 11,44
Gorinchem	. . .	1 2 4	3 6 2 0	4 8 4 3 2 4		
	1740				0 3 9½ 0 7 9½	0 2,58 0 5,38
Hardinxveld . .	. . .	1 0 6½	3 4 1 2½	4 4 6½ 2 6 6½		
	3900				0 6 0½ 4 2 3½	0 1,55 1 3,47
Dortrecht	. . .	2 4 3	+ 1 6 — 4 0	3 10 6 —1 7 9		
	2400				0 6 3 1 0 0	0 3,125 0 6,00
Krimpen am Leck	. . .	13 1 3	— 9 9 —13 9	3 4 3 —0 7 9		

Bemerkungen.

Bei Bommel bemerkt man schon den Einfluß der Fluth, obwol in geringem Maaße; unter gewöhnlichen Verhältnissen beträgt sie nur 1 bis 2 Zoll.

Von Woudrichem bis Krimpen gilt die obere Zahl für die Fluth, die untere für die Ebbe; die Gezeiten nach dem Stande am 26. August 1812.

In Dortrecht war die Fluth an demselben Tage 6″ 3‴ höher als zu Krimpen; dagegen die Ebbe um 12″ niedriger an dem zuletzt genannten als in Krimpen. Die Abwechselungen der Fluth und Ebbe verändern jeden Augenblick die Richtung der Strömung; die bald von Dortrecht nach Krimpen, bald umgekehrt läuft.

Wasserstand und Gefälle des Ober- und Niederrheins, des Leck und der Maas, am 26. August 1812.

Pegel bei	Entfernung der Pegel in Ruthen.	Höhe des Pegel-Nullpunktes über 0 A.	Wasserstand am Pegel.	Höhe des Wasserspiegels über 0 A.	Neigung auf der ganzen Entfernung.	Mittleres Gefälle auf 100 laufende Ruthen.
Emmerich	. . .	34' 5" 8 1/2'''	6' 3'	40' 8" 8 1/2'''		
	4899				6' 8" 5 1/2'''	1' 8,'''32
Pannerden	. . .	25 7 3	8 5	34 0 3		
	3600				5 6 1	1 10,05
Arnheim	. . .	22 0 2	6 6	28 6 2		
	6220				7 11 9 1/2	1 6,48
Grebbe .	. . .	13 0 10 1/2	7 5 1/2	20 6 4 1/2		
	5388				5 10 8 1/2	1 3,77
Wyk by Düürsteden	. . .	28 2 8	—13 7	14 7 8		
	3220				3 5 8	1 3,55
Kuilenborg	. . .	2 10 0	8 4	11 2 0		
	3150				3 7 6	1 4,57
Vianen .	. . .	19 7 11	—12 1	7 6 6		
	5343				3 4 2	0 9,02
					5 2 2	1 1,96
Schoonhoven . .	. . .	—1 6 8	5 9 3 11	4 2 4 2 4 4		
	4500				0 10 1	0 2,69
					3 0 1	0 9,62
Krimpen	. . .	13 1 3	— 9 9 —13 9	3 4 3 —0 7 9		
	3040				0 6 3 1/2	0 1,28
					1 0 3 1/2	0 4,85
Rotterdam	. . .	—1 1 0 1/2	+ 3 11 — 0 7	2 9 11 1/2 —1 8 0 1/2		
	6195				0 0 6	0 0,09
					0 5 6	0 1,65
Brielle .	. . .	—14 0 6 1/2	16 10 11 11	2 9 5 1/2 —2 1 6 1/2		

Bemerkungen.

Bei Vianen bemerkt man schon die Einwirkung der Fluth; in gewöhnlichen Zeiten erhebt sie sich aber nur auf 1 bis 2, höchstens auf 3 Zoll.

Wasserstand und Gefälle der Ober-Yssel und der Ober-Maas, am 26. August 1812.

Pegel bei	Entfernung der Pegel in Ruthen.	Höhe des Pegel-Null-punktes über 0 A.	Wasserstand am Pegel.	Höhe des Wasserspiegels über 0 A.	Neigung auf der ganzen Strecke.	Mittleres Gefälle auf 100 laufende Ruthen.
			Ober-Yssel.			
Westerwort	. . .	23′ 5″ 5½‴	6′ 8″	30′ 1 5½‴		
	5920				8′ 10″ 0‴	1′ 9,49
Doesborg .	. . .	16 9 5½	4 6	21 3 5½		
	6640				8 2 9½	1 5,85
Zütphen .	. . .	8 7 8	4 5	13 0 8		
	4475				5 0 0½	1 4,10
Deventer .	. . .	1 10 7½	6 2	8 0 7½		
	9264				6 10 9½	0 10,72
Katerveer .	. . .	—0 11 2	2 1	1 10 10		
	4209				0 2 9 0 5 9	0 0,88 0 1,64
Kampen .	. . .	—1 9 11	2 9 2 6	0 11 1 0 8 1		
	2450				0 9 9½ 1 0 9½	0 4,79 0 6,26
Pardenboer am Ende des Ganzendiep	. . .	—3 10 2½	4 0½ 3 5½	0 1 3½ —0 4 8½		
			Bemerkungen.			
Zwischen dem Dorf Wyhe und dem Katerveer bemerkt man eine kleine Aufschwellung, welche durch die Fluth verursacht wird.						
			Obere Maas.			
Grave . .	. . .	15′ 5″ 6½‴	1′ 9″	17′ 2″ 6½‴		
	4510				2′ 7″ 2½‴	0″ 8,‴19
Batenborg	. . .	12 9 4	1 10	14 7 4		
	7450				2 4 3½	0 4,56
Heerwarden	. . .	11 3 0½	1 00	12 3 0½		
	840				0 2 8½	0 3,82
Maren . .	. . .	11 1 4	0 11	12 0 4		
	285				0 0 7½	0 2,63
St. Andre	. . .	11 1 2½	0 10½	11 11 8½		
	4280				3 4 7	0 11,38
Crevecoeur	. . .	0 9 1	7 10	8 7 1½		
	2745				2 5 6	1 0,89
Heusden .	. . .	0 0 7½	6 1	6 1 7½		
	3800				1 1 5½ 2 5 11	0 4,25 0 9,45
Woudrichem	. . .	5 0 2½	— 0 0½ — 1 4½	6 0 2 3 7 8½		
			Bemerkungen.			
Bei Heusden wird zur Zeit eines niedrigen Wasserstandes ein schwacher Effekt der Fluth wahrgenommen; er wird noch unmerklicher, wenn der Fluß höher ist, und verschwindet ganz bei einem Wasserstande von 10 Fuß am Pegel.						

Es ist leicht zu begreifen, daß die in den vorstehenden Tafeln für den 26. August 1812 berechneten Neigungen des Stromspiegels in jedem Augenblick verändert werden können, nur daß diese Veränderuugen theils vom Anwachsen des Oberwassers, theils von dem größern oder geringern Aufstauen, welches durch die in den Flüssen bis zu einer gewissen Entfernung steigende Fluth verursacht wird, abhangen. Die Fluth zeigt sich jedoch, wie bereits in den Tabellen in der Spalte der Bemerkungen gesagt worden ist, selten höher aufwärts als bis Bommel in der Waal, Kuilenborg im Rhein, Olst im Yssel und in der Maas bis Well.

Das Maximum und Minimum des mittlern Gefälles der Waal und des Rheins z. B., welche in einem Zeitraum von neün und zwanzig Jahren (vom 1. Januar 1782 bis 31. December 1810) zwischen Emmerich und Nimwegen, Nimwegen und Gorinchem, Emmerich und Arnheim, Arnheim und Vianen Statt gefunden haben, können nach den an den Pegeln gemachten Beobachtungen berechnet werden, wie sich aus der folgenden Tabelle näher ergiebt, wo der höchste und niedrigste Wasserstand mit dem vom 26. August 1812 verglichen worden ist:

Maximum und Minimum des mittleren Gefälles der Waal und des Rheins,

innerhalb der Jahre 1782 und 1810.

Jahr und Tag.	Pegel bei	Wasserstand am Pegel.	Höhe des Wasserspiegels über 0 A.	Mittleres Gefälle auf 100 laufende Ruthen.
1801 December 14.	Emmerich Nimwegen Gorinchem	19′ 9″ 19 5 10 0	54′ 2″ 8½‴ 39 2 10 11 2 4	2″ 2‴,23 1 10,30
1802 November 6.	Emmerich Nimwegen Gorinchem	0 11 3 7 0 0	35 4 8½ 23 4 10 1 2 4	1 8,99 1 5,66
1812 August 26.	Emmerich Nimwegen Gorinchem	6 3 9 4 3 0	40 8 8½ 29 1 10 3 2 4	1 8,26 1 8,65
1801 December 14.	Emmerich Arnheim Vianen	19 9 17 11 15 2	54 2 8½ 39 11 2 16 0 8½	2 0,22 1 7,15
1802 November 6.	Emmerich Arnheim Vianen	0 11 0 5 2 5	35 4 8½ 22 5 2 3 3 8½	1 9,96 1 3,52
1812 August 26.	Emmerich Arnheim Vianen	6 3 6 6 6 7⅚	40 8 8½ 28 6 2 7 6 6	1 8,78 1 4,81

Der Unterschied zwischen dem Maximum und Minimum des mittleren Gefälles auf 100 laufende Ruthen, zwischen dem 14. December 1801 und dem 6. November 1802, beträgt für die Strecke von

Emmerich bis Gorinchem 4,‴$_{64}$
Emmerich — Arnheim 2,$_{26}$
Arnheim — Vianen 3,$_{91}$

Wenn der an den Pegeln von Emmerich, Nimwegen, Gorinchem, Arnheim, Vianen, Doesborg und Zütphen am 26. August 1812 beobachtete Wasserstand, der als Beispiel angenommen worden ist, mit dem mittleren Wasserstande an denselben Pegeln verglichen wird, welcher in den sechs Sommer-Monaten von 1782 bis 1791, von 1792 bis 1801, und von 1802 bis 1810 Statt fand, oder endlich, wenn man ihn mit den mittleren Resultaten sämmtlicher neün und zwanzig Jahre vergleicht, so ergiebt sich eine Differenz von nur wenigen Zollen; mithin drückt die auf jene Wasserhöhe gegründete Rechnung, bis auf eine Kleinigkeit, von 1782—1810 den natürlichen, mittleren Zustand der holländischen Ströme innerhalb der 29 Jahre aus, einige kleine Anomalien abgerechnet, die von rein lokalen Umständen verursacht werden können.

Die obere Maas allein muß hiervon ausgeschlossen werden, weil sie eine eigene, vom Rhein-Ursprung verschiedene Quelle hat; sie stand am 26. August 1812 weit unter der Mittelhöhe der sechs Sommer-Monate von 1782 bis 1810.

Indem man den Stand der Gewässer vom 26. August 1812 als Normalstand der holländischen Flüsse (mit Ausnahme der Ober-Maas) betrachtet, läßt sich daraus leicht die gegenseitige Lage der Waal, der Merwede, des Rheins und des Leck ableiten, indem man sie entweder zusammen unter einem nämlichen Meridian oder in gleichen Entfernungen von ihrem gemeinsamen Stamm vergleicht, von dem Scheidungspunkte an, oberhalb des Dorfes Pannerden, wo die beiden Deltazweige im sogenannten holländischen Oberrhein ihren Ursprung nehmen. Diese doppelte Vergleichung ist in den folgenden zwei Tafeln enthalten.

Vergleichende Übersicht des Standes der Waal, des Niederrheins und Leck und der Obermaas, am 26. August 1812, unter dem nämlichen Meridian.

Meridian von	Lage gegen 0 von Amsterdam			Vergleichung der Waal	
	der Waal.	des Niederrheins und Leck.	der Obermaas.	mit dem Niederrhein und Leck.	mit der Obermaas.
Nimwegen	29′ 1″ 10‴	27′ 4″ 0‴	17′ 4″ 5½‴	+ 1′ 9″ 10‴	+ 11′ 9″ 4½‴
Ochten . .	19 10 0	19 11 1½	14 2 9	— 0 1 1½	+ 5 7 3
Thiel . .	17 0 4	16 11 8	12 6 10	+ 0 0 8	+ 4 5 6
St. André	12 6 7½	14 11 3	11 11 8½	— 2 4 7½	+ 0 6 11
Bommel	8 8 1½	12 1 8	8 4 6½	— 3 5 6½	+ 0 3 7
Gorinchem	3 2 4	4 9 11		— 1 7 7	
Hardinxveld	2 6 6½	3 1 10		— 0 7 3½	
Dortrecht .	—1 7 9	—0 2 11		— 1 4 10	

Da sich die Maas mit der Waal bei Woudrichem vereinigt, so findet also weiter unterhalb kein Vergleich zwischen beiden Flüssen Statt.

Das Zeichen + bedeütet höher, das Zeichen — niedriger. Der Meridian von Nimwegen schneidet den Rhein bei Rozande, 920 Ruthen unterhalb des Pegels von Arnheim, und die Maas, dem Dorfe Lienden gegenüber, 2300 Ruthen oberhalb der Stadt Grave, auf dem Stromstrich gemessen.

Der Meridian von Ochten schneidet den Rhein bei Rhenen, 25 Ruthen oberhalb des Hafendammes, und die Maas 150 Ruthen oberhalb der kleinen Stadt Meegen.

Der Meridian von Thiel schneidet den Rhein dem großen Ryswaard gegenüber, oberhalb des Veertig Gaarden, 3250 Ruthen unterhalb des Hafens von Grabbe, und die Maas 130 Ruthen unterhalb des Dorfes Lith.

Der Meridian von St. André schneidet den Rhein auf 275 Ruthen oberhalb Wyk by Düürsteden, und die Maas auf 60 Ruthen von der Vereinigung mit dem Kanal von St. André.

Der Meridian von Bommel schneidet den Leck am obern Ende des Redichemsche Waard, 900 Ruthen oberhalb Kuilenborg, und die Maas 240 Ruthen unter Crevecoeur.

Der Meridian von Gorinchem schneidet den Leck auf 200 Ruthen oberhalb Ameyden der untersten der fünf oberen Mühlen der Vyf Herren Landen gegenüber.

Der Meridian von Hardinxveld schneidet den Leck auf 50 Ruthen unter der Mahlmühle von Langerack.

Der Meridian von Dortrecht endlich schneidet den Leck in einer Entfernung von 600 Ruthen oberhalb des Pegels von Grimpen, auf der Höhe der Mahlmühle von Elshout.

Wasserstand der Waal und Merwede, verglichen mit dem des Rheins und Leck, in gleicher Entfernung vom Scheidepunkt für den 26. August 1812.

	Orte.	Entfernung vom Scheidpunkt in Ruthen.	Lage gegen 0 A. der Waal und Merwede.			Lage gegen 0 A. des Rheins und Leck.			Höhenunterschied des Wasserspiegels beider Ströme.			
A	Nimwegen	3960	29'	1''	10'''	28'	11''	2 1/2'''	0'	2''	7 1/2'''	Waal höher.
B	Ochten . .	9460	19	10	0	21	9	8 1/2	1	11	8 1/2	Waal niedriger.
C	Thiel . . .	11995	17	0	4	18	10	1 1/2	1	9	9 1/2	Desgleichen.
D	St. André	14520	12	6	7 1/2	16	0	1	3	5	5 1/2	Desgleichen.
E	Bommel .	16845	8	8	1 1/2	13	6	7	4	10	5 1/2	Desgleichen.
F	Gorinchem	22065	3	2	4	7	8	5	4	6	1	Desgleichen.
G	Hardinxveld	23805	2	6	6 1/2	5	11	5	3	4	10	Desgleichen.
H	Dortrecht .	27705	—1	7	9	2	2	5	3	10	2	Desgleichen.

Die Entfernungen vom Scheidungspunkte bei Pannerden sind in der Strombahn gemessen. Die Distanz **A** fällt auf den Rhein an einem Punkte, welcher 274 Ruthen oberhalb des Pegels von Arnheim liegt. **B** 150 Ruthen oberhalb der Passage des Dorfes Heusden. **C** 1541 Ruthen unterhalb des Hafens von Grebbe, oder 200 Ruthen unter Rhemmerden. **D** 1245 Ruthen oberhalb Wyk by Düürsteeden, an der obern Duine. **E** fällt auf 1011 Ruthen unterhalb Wyk by Düürsteden, an der untern Duine. **F** 139 Ruthen oberhalb des Pegels von Vianen. **G** 840 Ruthen oberhalb der Kirche von Jaarsveld oder 40 Ruthen oberhalb des untern Punktes des Bols. **H** endlich fällt auf einen Punkt, welcher 243 Ruthen unterhalb des Pegels draußen vor dem Wasserthore (Waterpoort) von Schoonvoven liegt.

Krayenhoff veranstaltete in den Tagen vom 20. bis 24. Juni 1812 hydrometrische Messungen zur Bestimmung der mittleren Geschwindigkeit und Wassermenge im holländischen Oberrhein, an zwei Orten, nämlich: an der Spyker Fähre, dem Hofe Mülder gegenüber, und im Byland-schen Kanal, dem obern Wohnhause des Bylandschen Durchstichs gegenüber, an der Seite des Leideichs; ferner im Pannerdenschen Kanal an zwei Stellen, von denen die eine 30¼ Ruthen unterhalb des Scheidungspunktes und die andere der Mahlmühle gegenüber liegt. In der Waal wurden diese Messungen ebenfalls 30¼ Ruthen unterhalb des Scheidungs-

punktes und im Rhein 59³/₄ Ruthen unterhalb des Yssel-Abflusses, endlich im Yssel ungefähr in der Mitte zwischen der obern Mündung und der Brücke von Westervoort angestellt.

Bei diesen Beobachtungen war der Wasserstand an den Pegeln, im Vergleich mit der Wasserhöhe am 26. August 1812, folgender: —

Am Pegel von	Zwischen dem 20. u. 24. Juni 1812.	Am 26. Aug. 1812.
Emmerich (alter Nullpunkt) . . .	5′ 8″ 6‴ . . .	6′ 3″ 0‴
Pannerden	8 0 6 . . .	8 5 0
Hülhüizen	8 8 6 . . .	9 1 0
Arnheim	6 2 0 . . .	6 6 0

Aus dieser vergleichenden Übersicht ergiebt sich, daß zwischen Emmerich und Pannerden und eben so zwischen Emmerich und Hülhüizen der Unterschied zwischen dem in den Tagen vom 20. bis 24. Juni beobachteten Gefälle und demjenigen, welches am 26. August Statt fand, nur $0{,}_{005}$ Linie auf 100 laufende Ruthen, und zwischen Pannerden und Arnheim nur $0{,}_{001}$ Linie auf dieselbe Entfernung beträgt.

Diese Differenzen sind unbedenklich als Null zu betrachten, so daß man, nach Analogie vom Verhalten des Gefälles auf das der mittlern Geschwindigkeit schließend, letzterer einen gleichen Werth in beiden Zeitpunkten zugestehen kann. Andererseits ist es gewiß, daß die kleine, einige Zolle betragende Erniedrigung, welche der Wasserspiegel in den Tagen vom 20. bis 24. Juni erlitt, keinen sehr großen Unterschied in der Breite des Wasserspiegels hervorbringen konnte; es läßt sich daher aus den Erfahrungen, welche in jenen fünf Tagen gemacht wurden, auf die Wassermenge schließen, die am 26. August Statt finden mußte, und man erhält demnächst die in der folgenden Tafel zusammengestellten Resultate, bei denen das von Krayenhoff angegebene metrische Maaß beibehalten worden ist.

Tafel zur Übersicht der Wassermenge im holländischen Oberrhein, im Kanal von Pannerden, in der Waal, im Rhein oberhalb Arnheim und im Yssel, am 26. August 1812.

Ströme.	Breite des Profils.	Mittlere Tiefe.	Mittlere Geschwindigkeit in 1 Sekunde.	Wassermenge in 1 Sekunde Kubikmeter.	Bemerkungen.
Oberrhein an der Spyker Fähre . .	$423^{m}{,}_{87}$	$4^{m}{,}_{326}$	$1^{m}{,}_{0772}$	$1975{,}_{22}$	Der Unterschied ist mithin = $16{,}_{89}$ Kubikmeter, und das mittlere Resultat = $1983{,}_{66}$.
Bylandscher Kanal	$352{,}_{07}$	$5{,}_{193}$	$1{,}_{0896}$	$1992{,}_{11}$	
Oberer Punkt des Pannerdenschen Kanals	$185{,}_{69}$	$2{,}_{808}$	$1{,}_{1801}$	$615{,}_{35}$	Differenz = $11{,}_{46}$; Mittel aus beiden = $609{,}_{6}$ Kubikmeter.
Kanal von Pannerden bei der Mühle	$169{,}_{80}$	$3{,}_{561}$	$0{,}_{9987}$	$603{,}_{87}$	
Waal	$404{,}_{73}$	$3{,}_{511}$	$0{,}_{9646}$	$1370{,}_{70}$	Die Wassermenge der Waal verbunden mit der des Pannerdenschen Kanals = $1980{,}_{30}$ Kubikmeter; folglich ist der Unterschied mit dem Oberrhein = $3{,}_{36}$.
Rhein, unter dem Yssel	$213{,}_{40}$	$2{,}_{430}$	$0{,}_{8890}$	$461{,}_{02}$	Der Rhein und der Yssel zusammengenommen = $621{,}_{44}$ Kubikmeter; Differenz mit dem Kanal von Pannerden $11{,}_{84}$.
Obere Mündung des Yssels	$97{,}_{95}$	$1{,}_{936}$	$0{,}_{8451}$	$160{,}_{22}$	

Es ist weiter oben, in den Erlaüterungen zur Tabelle des Maximums und Minimums des mittlern Gefälles der holländischen Ströme, gesagt worden, daß am 26. August 1812 der Stand des Wasserspiegels an den Orten, wo die obigen Geschwindigkeits-Messungen gemacht worden sind, sehr nahe den mittlern oder Normal-Zustand der Ströme in den sechs Sommermonaten (vom 1. Mai bis 31. Oktober) ausdrückt (für die 29jährige Periode von 1782—1810).

Es folgt daraus, daß man die für den 26. August 1812 gefundenen in der vorstehenden Tafel enthaltenen Werthe als mittlere Geschwindigkeit und mittlere (natürliche) Wassermenge der holländischen Ströme ansehen kann, ohne indessen die Wassermengen darin einzuschließen, welche unterhalb der Punkte, wo die Erfahrungen gemacht wurden, aus den Poldern und den Binnenländereien in die Ströme geführt werden.

Nimmt man den Oberrhein, oberhalb des Scheidungspunktes, als Einheit und Vergleichsnorm an, so findet man, daß die Waal von ihm ungefähr $^{2}/_{3}$ und der Pannerdensche Kanal etwas mehr als $^{1}/_{3}$ empfängt;

demnach verhält sich die Wassermenge des Kanals von Pannerden zu der Wassermenge, welche durch die Waal abgeführt wird = 1 : 2.

Der Rhein, unterhalb des Yssels, empfängt vom Pannerdenschen Kanal $^{7}/_{10}$ und der Yssel von demselben Kanal $^{3}/_{10}$; folglich verhalten sich diese beiden Zweige = 3 : 7.

Der Rhein, unterhalb des Yssels, steht zum Oberrhein in dem Verhältniß von ungefähr 1 : 4 und der Yssel zu eben demselben etwa = 1 : 12.

Legen wir den oben für den holländischen Oberrhein gefundenen Mittelwerth zum Grunde, so findet man die Wassermenge, welche der Rheinstrom, mit Ausschluß der ihm innerhalb seines Delta noch zukommenden Wasser, in seinem normalmäßigen Zustande abführt, folgendermaßen:

In 1 Sekunde . .	$1.983^{2}/_{3}$	Kubikmeters.
In 1 Minute . .	119.020	
In 1 Stunde . .	7.141.176	
In 1 Tage . . .	171.388.220	
In 1 Jahre . . .	62.556.685.700	

Drückt man die zuletzt gefundene Zahl, so wie die analoge für den Oberrhein bei Basel, mit Hinweglassung der Tausende, nur nach Millionen aus, so ergiebt sich, daß der Rheinstrom aus dem Gebiet seines Mittel- und Unterlaufs (mit Ausschluß der Maas) ein Wasserquantum von 34.794 Millionen Kubikmeters empfängt; und es verhält sich die Wassermenge des Obergebiets zur Wassermenge des Mittel- und Untergebiets nahe = 27 : 34. Da nun aber der Flächeninhalt des Rheingebietes im Oberlauf (bis Basel) zum Flächeninhalt des Mittel- und Unterlaufs (bis zum Scheidungspunkte bei Pannerden) sich nahe = 11 : 29 verhalten dürfte, so folgt endlich aus der Vergleichung beider Verhältnißzahlen, daß die Zuströme, welche der Rhein in seinem Oberlaufe aus dem Hochgebirge der Alpen empfängt, fast noch einmal so wasserreich sind, als die Nebenflüsse, die ihm während des Mittel- und Unterlaufes zu Theil werden. Hiernach möchte man geneigt sein zu glauben, daß die Schnee- und Glätscherschmelze in den Alpen einen sehr bedeütenden Einfluß auf die Vergrößerung der Wassermasse ausübe, wiewol auch der im Hochgebirge haüfiger fallende Regen ein Hauptagens bei diesem Phänomen ist. So beträgt, ich erlaube es mir daran zu erinnern, die jährliche Regenmenge

Im Oberlauf des Rheins.			Im Mittel- und Unterlauf.		
Bern	43″	3‴,4	Straßburg . . .	25″	6‴,8
Zürich	32	2,1	Karlsruhe . . .	24	9,0
			Manheim . . .	21	0,1
			Koblenz	20	9,9
			Düsseldorf u. Rees	19	7,3

Es findet hier also, je weiter wir uns im Rheinthale selbst von den Alpen entfernen, eine regelmäßige Abnahme der Regenmenge Statt. Eben so ist es in Beziehung auf die Zahl der Tage, an denen es im Verlauf eines Jahres regnet. Auf dem St. Gotthard hat das Jahr 161 Regentage, Manheim dagegen nur 148½; das Regenquantum, welches täglich in Genf fällt, beträgt 2‴,4, in Manheim 1‴,7. Ob die atmosphärischen Niederschläge nach ihrem Verhalten in den einzelnen Monaten von Einfluß auf den Wasserstand des Stromes sind, werden wir weiter unten zu diskutiren haben.

Von den Zuflüssen des Rheins schüttet die Mosel, da wo sie unterhalb Sierck die Gränze zwischen Frankreich und Preüßen überschreitet, bei mittlerem Wasserstande folgende Wassermengen aus:

In 1 Sekunde . . .	86	Kubikmeters.
In 1 Minute . . .	5.160	
In 1 Stunde . . .	309.600	
In 1 Tage	7.430.400	
In 1 Jahre	2.712.096.000	

Vergleicht man diese Werthe mit dem Volumen des Rheins bei Basel, so findet sich, daß die Mosel, welche sich bei Metz in sehr viele Arme theilt, noch nicht den dreizehnten Theil der Wassermenge ihres Hauptstroms bei dessen Übergang aus dem Ober- in den Mittellauf führt, und eben so erreicht sie, immer an dem Punkte der französisch-deutschen Gränze, kaum den dritten Theil der Wassermenge der Seine in Paris. Ja, das Volumen der Mosel ist nur sechs Mal größer als das Volumen der Quelle von Vaucluse; denn diese schüttet, nach Guerins Bestimmung (beim höchsten Stande 1330 Kubikmeters in einer Minute), im mittlern Zustande, 890 Kubikmeters Wasser innerhalb einer Minute, an dreizehn hunderttausend Kubikmeters täglich und 468 Millionen Kubikmeters jährlich aus. Diese letztere Zahl ist, um es beilaüfig zu bemerken, ungefähr der Gesammt-Regenmenge gleich, welche in diesen Gegenden von Frankreich auf einem Flächenraum von 30 Quadratlieues jährlich fällt.

Kehren wir zum Rheindelta zurück, so haben wir noch der hydrometrischen Operationen zu erwähnen, welche Krayenhoff in der Merwede (der vereinigten Waal und Maas) im September 1804 angestellt hat. Diese Beobachtungen bezogen sich auf die Geschwindigkeit und das Wasservolumen mehrerer Punkte, nämlich: der Merwede bei Hardinxveld oberhalb des Ouden Wiel; der obern Mündung des Steurgat; des Bakkers-Kil und des Westkil; und endlich der Stromzüge oder Kils, welche zur Linken der Merwede zwischen dem Ouden Wiel und Dortrecht, sich auf das Bergsche Veld und dem Biesbosch ergießen, und zwar das Hoog-Kil, das Pleün-Lauwers-Sloot und das Hel-Sloot.

Die Beobachtungen über die Geschwindigkeit dieser Stromzüge wurden während der Ebbe gemacht, als der Wasserstand am Pegel zu Hardinxveld 2″ 2‴, und am Pegel bei Nimwegen 8″ 11‴, mithin nur 3″ weniger betrug als am 26. August 1812. Diese Versuche können daher ebenfalls, als bei einem gewöhnlichen Zustande der Ströme angestellt, betrachtet werden. Die Resultate dieser Untersuchungen sind in der folgenden Tafel enthalten.

Tafel zur Übersicht der mittleren Geschwindigkeit und Wassermenge der Merwede und der Kils, am 3. September 1804.

Stromzweige.	Breite des Profils.	Mittlere Tiefe.	Mittlere Geschwindigkeit in 1 Sekunde.	Wassermenge in 1 Sekunde Kubikmeter.	Bemerkungen.
Die Merwede, oberhalb des Ouden-Wiel	512^{m},36	7^{m},032	0^{m},4905	1767,23	
Die Merwede, unterhalb des Ouden-Wiel	399,34	2,418	0,4916	475,88	Die Gesammt-Wassermenge dieser vier Stromzweige ist = 1765,39 Kubikmeters und weicht also von dem Volumen der Merwede oberhalb des Ouden-Wiel nur um 1,84 Kubikmeters ab.
Der Bakkers-Kil .	209,09	1,884	0,4545	179,05	
Das Steür-Gat .	312,69	2,732	0,5853	500,04	
Der West-Kil . .	576,41	2,198	0,4818	610,42	
Der Hoog-Kil . .	82,83	3,650	0,6541	197,87	Die Summe der Wassermengen dieser drei Arme ist = 317,17; also bleiben für das Volumen der Merwede unterhalb aller dieser Abflüsse nur 158,71 Kubikmeters.
Der Pleün-Lauwers-Sloot	33,90	1,648	0,6148	34,35	
Der Hel-Sloot . .	42,38	2,669	0,7510	84,95	

Die Merwede zwischen dem Ouden-Wiel und dem Hoog-Kil empfängt von der Merwede oberhalb des Ouden-Wiel von dem Volumen . $^{7}/_{26}$
Der Bakkers-Kil . . . . $^{1}/_{10}$
Das Steür-Gat . . . . $^{2}/_{7}$
Der West-Kil . . . . $^{1}/_{3}$
Die Merwede im Hoog-Kil und dem Pleün-Lauwers-Sloot . . . $^{2}/_{15}$
Endlich hat die Merwede, nach allen ihren Seiten-Abflüssen unterhalb des Hel-Sloot nur noch . . . . $^{1}/_{11}$
ihres ursprünglichen Wasser-Volumens oberhalb des Ouden-Wiel.

Wenn von der Zahl = 1767,$_{23}$ Kubikmeters, welche die Merwede oberhalb des Ouden-Wiel ausschüttet, 1319,$_{56}$ Kubikmeters abgezogen werden, dasjenige Volumen nämlich, welches die Waal an ihrem Abfluß den 3. September 1804 enthalten mußte, so ergiebt sich der Rest = 447,$_{67}$ Kubikmeters, welcher die Wassermenge der oberen Maas für denselben Tag ausdrückt. In dieser Rechnung sind nicht die wenig bedeütenden Ergießungen enthalten, welche die Waal empfängt, wie der kleine Fluß Beek vermittelst der Oeyschen Schleüsen; der kleine Fluß Linge bei Gorinchem, und andere, von denen man voraussetzen kann, daß sie in jener Epoche nicht viel Wasser geschüttet haben.

Schließlich ist jedoch zu bemerken, daß der in der obigen Tabelle dargestellte Zustand der Merwede und der Kils gegenwärtig nicht mehr existirt. Um der Merwede eine größere Wassermenge wieder zu verschaffen, die vermittelst der Kils auf dem Bergschen Veld und im Biesbosch zersplittert wurde, legte man schon im Jahre 1805 im Bette des Bakkers-Kil, des Steür-Gat, des Hoog-Kil und in den andern Stromzügen Dammwerke an, die in dem Gefälle, der Geschwindigkeit und dem Volumen nothwendiger Weise andere Verhältnisse herbeigeführt haben müssen. Vor dieser theilweisen Sperrung der Kils betrug das mittlere Gefälle dieser Stromzweige, bei der Ebbe und im obern Abflußkanal auf 100 laufende Ruthen, und zwar im

Bakkers-Kil	1″	4‴,$_{055}$
Steür-Gat	1	3,$_{745}$
West-Kil	1	8,$_{034}$
Hoog-Kil	1	11,$_{816}$
Merwede, unter Ouden-Wil	1	3,$_{724}$

Das mittlere Gefälle aller dieser Kils betrug mithin 1″ 6‴,$_{212}$ und ungefähr 0‴,$_{25}$ mehr als das Gefälle der Merwede zwischen den Ouden-Wiel und dem Hoog-Kiel.

Wie in der Meteorologie längere Beobachtungsreihen benutzt werden, um den mittlern Werth der Erscheinungen und somit die Gesetze kennen zu lernen, nach denen der Schöpfer in der luftförmigen Hülle der Erde waltet, so werden auch Beobachtungen über den Gang des tropfbar-flüssigen Elements in Strom- und Flußbetten hydrologische Thatsachen liefern, die, gründen sie sich auf Wahrnehmungen vieler Jahre, ebenfalls die Gesetze erkennen lassen, welche dem fließenden des festen Landes seinen Stand innerhalb gewisser Zeitabschnitte anweisen. Dem Meteorologen ähnlich, kann der Hydrologe das mittlere Verhalten eines Stroms in jedem Monate, jeder Jahreszeit, im ganzen Jahre aufsuchen, er kann die Größe der Minima und Maxima, d. h.: der niedrigsten und höchsten Wasserstände, und die Zeiten bestimmen, wann diese einzutreten pflegen, er vermag für Ströme in den nördlicheren Gegenden der gemäßigten Zone den mittlern Werth der Zeiten festzustellen, wann diese Strömung mit Eis belegt und wann sie davon befreit werden. Der Hydrologe bietet mit seinen Untersuchungen dem Meteorologen die Hand, und umgekehrt; beide gehen freündlich neben- und miteinander und erklären sich gegenseitig die Phänomene des Tropfbar- und Elastisch-Flüssigen; ja sie können sich die Beobachtungen ergänzen, da beide Fluida in einer Wechselwirkung stehen.

Weit früher als meteorologische sind Beobachtungen über den Wasserstand der Flüsse gemacht worden. Da überdem die Anstellung der letztern mit gar keinen Schwierigkeiten verknüpft ist, indem es dazu nur eines genau eingetheilten Maaßstabes (Pegels) bedarf, so ist es um so auffallender, daß diese Pegelbeobachtungen, — so viel mir bewußt, — noch nicht zu einer vollständigen Geschichte irgend eines gegebenen Stroms benutzt worden sind.

Escher's Arbeit über den Pegel bei Basel beabsichtigt hauptsächlich die Bestimmung des Wasservolumens, und Krayenhoff's Werk über das Rheindelta giebt nur eine Übersicht vom Zustande des mittlern Jahres- und des mittlern Sommerstandes; nichts desto weniger gewährt dieses Buch um so mehr eine treffliche Materialien-Sammlung und Vorarbeit, als es die Pegelbeobachtungen am deütschen Niederrhein und im Rheindelta bis zum Jahre 1782 zurück enthält, und zwar, meist in zusammenhangender Reihe bis auf das Jahr 1810, — eine Reihe, welche in anderweitigen Quellen nicht wiedergefunden wird. Die von Krayenhoff bekannt gemachten Wasserstands-Tabellen enthalten vom deütschen Niederrhein die Pegel zu Emmerich und Köln.

Von dem zuerst genannten kann ich die Wasserstände, theils nach Krayenhoff, theils nach den Beobachtungsregistern, vom Jahre 1770 bis auf die gegenwärtige Zeit mittheilen, so daß die Rheinhöhen am Emmericher Pegel für eine zusammenhangende Periode von sechs und sechzig vollen Jahren bekannt sind. Die Beobachtungen am Kölner Pegel gehen aber nur bis 1782 hinauf; außerdem befinden sich in denselben einige Lücken; es fehlen namentlich die zwei vollen Jahrgänge 1811 und 1812, deren Beobachtungen während der französischen Besetzung der Länder am linken Rheinufer verschleppt zu sein scheinen.

Wenn nun, der längern Beobachtungsreihe wegen, der Pegel bei Emmerich als Norm für die aquatische Geschichte des Rheinstroms zum Grunde zu legen sein wird, so ist es andrerseits eben so wichtig, auch die Beobachtungen am Kölner Pegel zu verfolgen; theils um zu sehen, wie sich die Wassermassen eines und desselben Stroms, mit einem Zwischenraum von beilaüfig 15 deütschen Meilen, gegenseitig verhalten, theils aber auch das Verhältniß des Rheins zur Elbe und Oder kennen zu lernen.

Bei Köln ist nämlich der Rhein von seiner Mündung fast eben so weit entfernt als bei Magdeburg die Elbe von der ihrigen; und da ich von dem zuletzt genannten Strome eine hydrohistorische Darstellung nach den Beobachtungen am Magdeburger Pegel, und von der Oder nach den Wahrnehmungen am Pegel zu Küstrin, vorlegen kann, so lassen sich Rhein, Elbe und Oder in dem Gange, welchen ihre Wasser während bestimmter Zeitraüme befolgen, besser mit einander vergleichen, als wenn für den Rhein die Beobachtungen am Emmericher Pegel allein genommen worden wären.

Diese Vergleichung kann aber immer nur eine annähernde sein; richtigere Elemente für dieselbe würde man erhalten, wenn die Pegel-Standörter gleich weit von den Quellen der Ströme entfernt wären. Doch wird die — (in ihren Einzelheiten dem Leser hauptsächlich zu überlassende) — Vergleichung einiges Interesse erwecken; sie wird die Ähnlichkeit oder Unähnlichkeit des Karakters der drei Ströme ziemlich klar hervorstellen und das deütlich machen, was wir über dieses Verhalten aus der geographischen Stellung der Stromgebiete und deren Ausdehnung, aus der Lage der Quellbezirke in Beziehung auf Hochgebirge und Mittelgebirge vermutheten, ohne bisher im Stande zu sein, von dem Quantum der Ähnlichkeit oder Verschiedenheit einen bestimmten Begriff zu erlangen.

Hydro-historische Darstellung vom Zustande des Rheinstroms während des Zeitraums von 1770 bis 1836 nach den Beobachtungen an den Pegeln bei Emmerich und Köln.

Über die Lage des Emmericher Pegels in Bezug auf den Nullpunkt des Amsterdammer Pegels ist bereis oben das Nöthige beigebracht und dieses, mit einigen andern Angaben, in der Spalte der Bemerkungen der Haupt-Wasserstands-Tabelle wiederholt worden.

Bis zum Schluß des Jahres 1816 wurde der Wasserstand des Rheins bei Köln an einem Pegel mit kölnischem Fußmaaße beobachtet. Die Instruktion über die Setzung der Pegel, welche die oberste Baubehörde des preüßischen Staats im Jahre 1810 erließ, schreibt vor, daß der Nullpunkt der Pegel zwei Fuß unter dem niedrigsten Wasserstande, der jemals in den Strömen und Flüssen Statt gefunden, angenommen werden solle, damit die Wasserstände stets in positiven Größen ausgedrückt werden könnten. Um dieser Vorschrift, so wie den Bestimmungen des Maaß- und Gewichtsordnung vom 10. Mai 1816 zu genügen, wurde, bald nach erfolgter Organisation der preüßischen Rheinlande, bei Köln ein neüer Pegel gesetzt und an demselben seit dem 1. Januar 1817 beobachtet.

Dieser, nach preüßischem oder rheinländischem Maaß, in Fuß und Zoll eingetheilte neüe Pegel ist an der Werftmauer, unweit der damaligen fliegenden Brücke, angebracht und zählt von 0 bis 36 Fuß. Als niedrigstes Wasser nahm man den Stand vom 27. Januar 1813 an; die Rheinhöhe hatte an diesem Tage 1′ 7″ Köln. Maaß am alten Pegel betragen. Dies beweist, daß in Köln ältere Beobachtungen nicht mehr vorhanden, und, wie schon erwähnt, von den Franzosen verschleppt waren; denn nach den von dem holländischen Gouvernement durch Krayenhoff bekannt gemachten Tabellen ist vor 1816 der niedrigste Wasserstand 0′ 11″ rheinl. Maaß am alten Pegel den 12. December 1788 gewesen. Jenem Wasserstande gemäß wurde der Nullpunkt des neüen Pegels 6″, preüß., niedriger als der Nullpunkt des Pegels mit kölnischer Fußtheilung gesetzt.

Obwol Krayenhoff es nicht ausdrücklich sagt, daß die Kölner Wasserstände, wie die Pegelhöhen bei Emmerich und in den holländischen Strömen, nach rheinländischem Maaß gerechnet worden, so ist dies doch mit Recht anzunehmen, da er das Gegentheil gewiß angezeigt hätte; überdem geht aus dem Vergleich dieser ältern Reihe, bis 1810, mit der neüern, seit 1813, augenscheinlich hervor, daß er das kölnische Maaß auf rheinländisches reduzirt hat, wie es auch von uns für die Jahre 1813 bis 1816 geschehen ist.

Alle Wasserstände bei Köln beziehen sich auf den Nullpunkt des neüen, seit 1817 bestehenden Pegels. Da die mittlern Monatsstände in der ältern Reihe (bei Krayenhoff) nur bis auf halbe Zoll und in der neüern Reihe, seit 1821, sogar nur bis auf ganze Zoll berechnet sind, so habe ich geglaubt, auch die achtjährige Reihe von 1813 bis 1820, für die ich die Mittelstände aus den einzelnen Tages-Beobachtungen erst suchen mußte, auf ähnliche Weise behandeln zu können; doch bin ich bei ihnen bis auf eine Genauigkeit von 1/4 Zoll gegangen.

Beim Emmericher Pegel lagen die mittleren Monatsstände für die Periode von 1782—1810 (bei Krayenhoff) bis auf 1/2 Zoll berechnet vor; alle übrigen Jahre mußten in Rechnung genommen werden, wobei ich bis auf die erste Decimalstelle gegangen bin.

Die Haupt-Wasserstands-Tabellen, in welchen die Hydrogeschichte des Rheinstroms übersichtlich zusammengedrängt ist, sind so einfach eingerichtet und an sich so verständlich, daß sie einer Erlaüterung kaum zu bedürfen scheinen. Die Spalte, welche „Sommerwasser" überschrieben ist, enthält den mittlern Wasserstand der sechs Monate vom 1. Mai bis 31. Oktober, im Gegensatz zum Winterwasser, das den mittlern Wasserstand der sechs übrigen Monate repräsentirt; beide: Winter- und Sommerwasser, begreife ich in der Folge unter der Benennung „Schifffahrts-Jahreszeiten," weil die Monate Mai bis Oktober hauptsächlich zur Schifffahrt benutzt werden.

In der Haupt-Wasserstands-Tabelle des Kölner Pegels ist eine Spalte für das Übertreten der Ufer gegeben. Der „Strom trat aus den Ufern" jedes Mal, wenn das Wasser am Pegel auf 15′ stand; dies ist nämlich die mittlere Höhe des Leinpfades. Die Höhe der Werftmauer, an welcher bei Köln der Pegel befestigt ist, beträgt 21′ und die mittlere Höhe der Deiche, unterhalb Köln, 29′ über dem Nullpunkte des Pegels. Die Rubrik der Bemerkungen enthält eine möglichst vollständige Darstellung vom Eisgange und Eisstande, die für den Emmericher Pegel tabellarisch geordnet ist.

1. Pegel bei Emmerich.

Fassen wir die, am Fuß der nebenstehenden Haupt-Wasserstands-Tabelle (Nr. 1.) dieses Pegels gezogenen Ergebnisse übersichtlich zusammen, so erhalten wir zunächst folgende

Rhein-

Mi
Oktober 18.
November 2
December 11
Januar 12–
December 1
December 2
November 1
Oktober 7.
Januar 14–
Oktober 30.
Januar 13.
Januar 17–
December 20
December 26
Oktober 28.
März 6.
Januar 5..
Jan. 31. F

Digitized by Google

Darstellung vom mittlern Zustande des Rheins in jedem Monate.

Monate.	Mittlerer Wasserstand berechnet aus 1770 — 1836.	Der mittlere Wasserstand war am			
		niedrigsten		höchsten	
Januar	10′ 11″,65	3′ 11″,5	1833	19′ 4″,4	1834
Februar	11 6,46	3 1,5	1800	22 2,5	1799
März	11 5,33	4 1,5	1800	18 11,1	1827
April	8 11,64	4 9,0	1832	15 2,8	1772
Mai	8 11,63	4 5,2	1819	14 9,2	1770
Juni	9 3,00	5 7,0	1822	15 10,0	1789
Juli	11 5,31	5 6,2	1834	16 10,3	1770
August	8 10,87	3 7,5	1800	16 9,1	1771
September	7 9,11	3 8,0	1800	13 11,3	1770
Oktober	7 3,42	2 3,1	1826	13 0,5	1783
November	8 2,30	3 2,6	1814	16 3,5	1778
December	10 1,28	3 7,0	1818	19 5,9	1779
Ganzes Jahr	9 6,83	5 10,5	1832	15 0,2	1770

Diese Tafel lehrt, daß der mittlere Wasserstand des Rheins innerhalb eines Jahres am höchsten im Monat Februar ist; der niedrigste fällt in den Oktober, und der Unterschied beträgt 4′ 3″,04. Der mittlere Wasserstand dieser beiden Monate weicht vom Jahresmittel nur 1″,89 ab. Unter den Monaten ist es der Juni, welcher dem Jahresmittel am nächsten steht; er weicht von demselben 3″,83 ab.

Betrachten wir die Spalten des niedrigsten und höchsten mittlern Wasserstandes und vergleichen die in denselben gegebenen Zahlen, so sind wir wol berechtigt zu sagen, daß der Rhein ein stark fluctuirender Strom und ein normaler Zustand nur selten zu erwarten sei. Indem jene Zahlen die Gränzen bezeichnen, innerhalb deren der mittlere Wasserstand sich in dem sieben und sechzigjährigen Zeitraume von 1770 bis 1836 bewegt hat, finden wir für jeden einzelnen Monat folgendermaßen die

	Größe der Schwankung.
Januar	15′ 4″,9
Februar	19 1,0
März	14 9,6
April	10 5,8

	Größe der Schwankung.
Mai	10′ 4″,0
Juni	10 3,0
Juli	11 4,1
August	13 1,6
September	10 3,3
Oktober	10 9,4
November	13 0,9
December	15 10,9

Diese Schwankungen sind sehr bedeütend; am kleinsten in den Monaten Juni und September, korrespondirend dem Repräsentanten des Jahres- und einem niedrigen Wasserstande; am größten im Februar, während dessen der Rhein seine größte Höhe erreicht. Ja, auch die Schwankung des Monats November würde sich um 4¹/₄ Fuß erhöhen, wollte man den mittlern Wasserstand dieses Monats, welcher im Jahre 1824 Statt fand, mit in Rechnung bringen, der die außerordentliche Höhe von 20′ 6¹/₂″, und so fast das Maximum des Monatsstandes (im Februar 1799) erreichte. Allein die genannte Novemberfluth, welche wir nach ihren Wirkungen am Mittelrhein bereits in einem frühern Kapitel kennen lernten, gehört zu den sehr seltenen Ausnahmen und darf nicht in die Berechnung der Mittelwerthe aufgenommen werden, um irrigen Resultaten vorzubeügen. Darum ist auch bei dem mittlern Wasserstande im November diese Fluth von 1824 ausgeschlossen worden; mit ihr würde sich der Mittelstand dieses Monats um 2″,1 erhöhen!

Der Unterschied des niedrigsten Jahresstandes, von 1832, und des höchsten, von 1770, beträgt 9′ 1″,7; mithin schwankte dieser mittlere Wasserstand des ganzen Jahres, innerhalb eines Zeitraums von mehr als sechszig Jahren, um eine Größe, die derjenigen des mittlern Standes der ganzen Beobachtungsreihe sehr nahe gleich ist.

Wenn schon der Juni, sowol nach seinem Mittelstande als dem Minimum der Schwankung am meisten geeignet ist, die durchschnittliche Jahres-Beschaffenheit des Stroms vorzustellen, so zeigt sich dies Verhältniß noch vollkommener in den Monaten Mai, Juni, Juli und August zusammen genommen. Diese vier Monate haben eine mittlere Wassertiefe von 9′ 7″,70 (die folglich nur 0″,87 größer als der Jahresstand ist) und drücken gleichsam den Normalzustand des Rheins aus; eine Behauptung, welche noch mehr Gewicht zu erhalten scheint, wenn man die Minima und Maxima des Jahres zu Rathe zieht.

Übersicht des niedrigsten und höchsten jährlichen Wasserstandes des Rheins bei Emmerich.

Monate.	Der niedrigste Jahres-Wasserstand				Der höchste Jahres-Wasserstand			
	ist vorgekommen		betrug im Minimum		ist vorgekommen		betrug im Maximum	
	in 66 Jahren (76 Mal).	ein Mal in			in 66 Jahren (68 Mal).	ein Mal in		
Januar	15 Mal	4 b. 5 Jahr.	2′ 5″	1833	14 Mal	4 b. 5 Jahr.	24′ 3″	1809
Februar	6	11	2 11	1813	20	3 — 4	24 4	1799
März	3	22	3 4	1797	15	4 — 5	23 10½	1784
April	2	33	3 4	1797	2	33	20 11	1789
Mai	1	66	3 7	1819	2	33	18 11	1818
Juni	1	66	3 7	1819	0	. . . .	. . . .	. .
Juli	0	. . . .	. . .	. .	1	66	19 4	1816
August	1	66	3 0	1800	0	. . . .	. . . .	. .
September	2	33	4 4	1807	2	33	17 7	1785
Oktober	18	3 — 4	1 5	1826	0	. . . .	. . . .	. .
November	14	4 — 5	2 9	1814	2	33	22 10	1824
December	13	5	2 2	1835	10	6 — 7	22 5	1833

Wir sehen, daß während der Monate Mai bis August der niedrigste Wasserstand des Jahres, und eben so der höchste Wasserstand, nur drei Mal innerhalb sechs und sechszig Jahren vorgekommen ist; mithin dürfen wir auch nach diesem Verhalten schließen, daß die Rheinhöhe der genannten vier Monate eine Art Beharrungszustand im Verlauf des ganzen Jahres bilde.

Der niedrigste Wasserstand des Jahres kömmt am haüfigsten in den Monaten Oktober bis Januar vor; doch hat der Oktober entschieden das Übergewicht, alle drei bis vier Jahre ist in diesem Monate darauf zu rechnen; am seltensten ereignet er sich in den Monaten Mai, Juni und August, und nie ist er im Juli vorgekommen.

Der höchste Wasserstand des Jahres fällt am haüfigsten in die Monate December bis März; die absolut größte Zahl des Vorkommens trifft den Februar; das Hochwasser des Jahres kann in demselben jedes dritte bis vierte Jahr eintreten. In allen übrigen Monaten (April bis November) ist das höchste Wasser des Jahres so selten, daß es während derselben innerhalb eines Jahrhunderts kaum zwei Mal zu erwarten steht. Die vier Monate December, Januar, Februar und März bilden daher denjenigen Jahresabschnitt, welchen die Bewohner des Niederrheins am meisten zu fürchten haben.

Die Höhe der eigentlichen Rheinufer bei Emmerich ist mir unbekannt. Die Fahrbahn im Wasserthore (Water poort) liegt 22′ 4″ über dem Nullpunkte des Pegels. Die Haupt-Wasserstands-Tabelle zeigt, daß der höchste Rheinstand diese Fahrbahn 13 Mal erreichte und die Fluthen in die Stadt drangen, nämlich

Zeit.	Wasserstand.	Der Rhein stand im Thore.
1781. Januar 29. . . .	22′ 6″	0′ 2″ hoch.
1784. März 1. . . .	23 10½	1 6½
1792. Februar 4. . . .	22 4½	0 0½
1795. Februar 28. . . .	22 10	0 6
1799. Februar 21. . . .	24 4	2 0
1803. Februar 23. . . .	22 11	0 7
1805. Februar 11. . . .	23 9	1 5
1809. Januar 28. . . .	24 3	1 11
1814. Januar 23. . . .	23 11	1 7
1820. Januar 24. . . .	22 4	0 0
1824. Novemb. 18., 19. .	22 10	0 6
1833. Decemb. 29. . . .	22 5	0 1
1834. Januar 7. . . .	22 5	0 1

Die absolut größte Fluth, welche in dem Zeitraume von 1770 bis 1835 bei Emmerich vorgekommen, ist die vom 21. Februar 1799; sehr nahe stand ihr die Fluth vom 28. Januar 1809. Vergleicht man mit ihnen die in der Haupt-Wasserstands-Tabelle, in der Spalte der Bemerkungen, angegebene Höhe der Deiche, so sehen wir, daß diese niemals überschritten worden ist; daß die Deiche, mindestens der Höhe nach, ein sicheres Schutzmittel gewesen sind, und der Rhein nur dann Verwüstungen angerichtet hat, wenn der Druck der Wasser- und Eismassen im Verhältniß zur Widerstandskraft der Wälle zu groß geworden ist.

Während der fünf und fünfzig Jahre von 1782 bis 1836 ist der Rhein bei Emmerich in 27 Wintern mit Eis bedeckt gewesen; mithin im Durchschnitt genommen jedes zweite Jahr. Daß dieses Verhältniß von der größern oder geringern Strenge der Winter abhangig sei, ist einleuchtend; in der That bindet sich der Rhein in dieser Hinsicht nicht an eine bestimmte Jahresfolge; wir sahen ihn z. B. fünf Winter hinter einander mit Eis belegt (1799 bis 1803) und eben so in vier auf einander folgenden Wintern davon frei (1804 bis 1807).

Der Rhein ist bei Emmerich häufiger mit Treibeis als mit einer festen Eisdecke belegt. Ist indessen die Kälte so intensiv, daß die strömenden

Eismassen sich vermehren und zum Stehen kommen, dann ist auch der Eisstand von längerer Dauer als der Eisgang.

Von 1782 bis 1830 war					Daher im Durchschnitt			
Eisgang in	. 27	Wintern	331	Tage . .	12	Tage alle	2	Jahre.
Eisstand	. . 17	„	390	„	23	„ „	3	„
Eis überhaupt	27	„	728	„	27	„ „	2	„

Die äußersten Zeitpunkte des Eisganges (und des Eises überhaupt, denn der Eisstand beginnt immer mit Eisgang und hört auch damit auf) sind der 27. November und der 18. März gewesen; zwischen diesen Extremen liegt ein Zeitraum von 112 Tagen, die absolut längste Dauer des Eises, welche (zwei Mal) vorgekommen ist, beträgt aber 75 Tage. Als Mittelwerth der Zeitgränzen, zwischen denen sich das Eis überhaupt bewegt, lassen sich etwa der 7. Januar und 2. Februar annehmen. Die äußersten Termine des Eisstandes waren der 4. December und der 1. März.

Bisher haben wir das Verhalten des Rheinstroms innerhalb der Monate betrachtet; gruppirt man dieselben zu Jahreszeiten, so ergeben sich die in der nachstehenden Tafel zusammen gedrängten Resultate: —

Zustand des Rheins während der Jahreszeiten, im Mittel aus den am Emmericher Pegel von 1770 bis 1836 angestellten Beobachtungen.

Jahreszeiten.	Mittlerer Wasserstand.	In 66 Jahren ist das niedrigste Wasser vorgekommen.	niedrigste Wasser betrug im Min.	höchste Wasser vorgekommen.	höchste Wasser betrug im Max.	Unterschied des niedrigsten und höchsten Wassers.	Die Fluth stieg in 66 Jahren bis in die Stadt Emmerich
Schifffahrts-Jahreszeiten.							
Winterwasser . .	10′ 2″,44	53 Mal	2′ 2″	63 Mal	24′ 4″	22′ 2″	13 Mal
Sommerwasser .	8 11,23	23	1 5	5	18 1	16 8	0
Meteorologische Jahreszeiten.							
Winter	10 10,46	34	2 2	44	24 4	22 2	11
Frühling	9 9,53	6	3 4	19	23 10½	16 6½	1
Sommer	9 10,39	2	3 0	1	16 0	13 0	0
Herbst	7 8,95	34	1 5	4	22 10	21 5	1
Ganzes Jahr . .	9 6,85	. . .	1 5	. . .	24 4	22 11	. . .

Das Winterwasser übertrifft das Sommerwasser um 1¼ Fuß. Rechnet man nach den meteorologischen Jahreszeiten, so findet sich der höchste Mittelstand im Winter, der niedrigste im Herbst; beide Jahreszeiten zusammen genommen weichen von der mittlern Rheinhöhe des ganzen Jahres nur 3″,13 ab; und der Frühling ist unter allen Jahreszeiten diejenige, welche dem Jahreszustande am nächsten steht.

Die größte Schwankung, welche der Rhein bei Emmerich in der hier betrachteten Beobachtungsreihe von 1770 bis 1836 erfahren hat, beträgt 22′ 11″; das Minimum fand am 29. bis 31. Oktober 1826, das Maximum am 21. Februar 1799 Statt; zwischen beiden liegt ein Zeitraum von siebenundzwanzig Jahren. Ein Anschwellen des Stroms, wie das von 1799, bei der das Wasser in den Straßen der Stadt Emmerich 2 Fuß und darüber hoch stand, ist, so weit die Beobachtungen reichen, zwar nur ein oder höchstens zwei Mal vorgekommen (nämlich auch 1809); indessen gehört, wie wir sehen, ein analoges Steigen, wodurch die Stadt überschwemmt wird, eben nicht zu den Seltenheiten; im Gegentheil scheint jedes 2te bis 9te, oder nach einem Durchschnittswerthe jedes 5te Jahr darauf zu rechnen zu sein.

Zu einer möglichst vollständigen Kenntniß der Phänomene eines großen Stroms gehört, außer den vorhergehenden Resultaten, nicht allein die Übersicht des niedrigsten und höchsten Wasserstandes innerhalb des ganzen Jahres, sondern auch die der gleichnamigen Erscheinungen in jedem Monate und jeder Jahreszeit. Diese Extreme ziehen die Aufmerksamkeit des Strom-Anwohners und des Stromschiffers weit mehr auf sich, als der mittlere Zustand, weil das Maximum Leben und Eigenthum bedroht und die Handelsinteressen, die auch von dem Minimum wesentlich gefährdet werden.

Zwar wissen wir schon aus dem Bisherigen, wann diese äußersten Gränzen des Wasserstandes im Rhein einzutreten pflegen, auch kennen wir die absoluten Minima und Maxima, nach Zeit und Größe, für ein ganzes Jahr; jetzt aber ist uns noch übrig, sie in jedem einzelnen Monate zu mustern, was in der nebenstehenden Tabelle (Nr. 2.) für den gesammten Zeitraum der Beobachtungsreihe von 1770 bis 1836 geschehen ist.

Diese Nachweisung und die Haupt-Wasserstands-Tabelle, beide zusammen genommen, geben eine vollständige Geschichte der Hydro-Phänomene, welche die Wassermassen, von denen Ebert singt: —

Schwell' auf, o Strom, und hemme den Feind
Und schütz' uns vor Schmach und Banden!
So bleibe treü, als Hord und Freünd,
Den treüen deütschen Landen;

Digitized by Google

Digitized by Google

innerhalb der jüngst verflossenen zwei Dritttheile des Jahrhunderts karakterisiret haben.

Um jedoch die gewonnenen Resultate mit Einem Blick überschauen zu können, stellen wir sie noch ein Mal zusammen und erhalten demgemäß in der folgenden Tafel ein Bild von dem, — wenn wir uns des Ausdrucks bedienen dürfen, — Leben des Rheinstroms, ein Bild, welches zwar nur in abstrakten Zahlen skizzirt ist, nichts desto weniger aber die Hauptmerkmale der Erscheinungen klar hervorstellt.

Summarische Darstellung vom Zustande des Rheinstroms, in jedem Monate und jeder Jahreszeit; nach den Beobachtungen am Pegel zu Emmerich in dem Zeitraume v. 1770 bis 1836.

Monate und Jahreszeiten.	Mittlerer Wasserstand.	Niedrigwasser.			Hochwasser.		
		Min.	Medium.	Max.	Min.	Medium.	Maxim.
Januar . .	10′ 11″,65	2′ 5″	7′ 1″,0	14′ 4″	7′ 2″	15′ 10″,1	24′ 3″
Februar . .	11 6,46	2 11	8 1,7	18 3	4 8	16 7,4	24 4
März . . .	11 5,33	3 4	8 1,4	14 6	4 8	15 7,9	23 10½
April . . .	8 11,64	3 4	7 3,7	12 6	5 11	12 2,5	20 11
Mai . . .	8 11,63	3 10	7 5,5	13 3	5 11	11 4,1	18 11
Juni . . .	9 3,00	3 7	7 7,6	14 2	5 11	11 5,0	19 6½
Juli . . .	11 5,31	4 11	8 1,4	15 1	6 3	12 0,0	19 4
August . .	8 10,87	3 0	7 4,5	14 0	5 1	10 9,8	19 4
September	7 9,11	3 3	6 0,6	12 4	5 5	9 9,5	17 7
Oktober . .	7 3,42	1 5	5 7,0	10 9	3 2	9 10,2	19 0
November	8 2,30	2 0½	6 0,2	14 9	3 8	12 2,7	22 10
December .	10 1,28	2 2	6 3,5	17 6	4 1	14 2,3	22 5
Winterwass.	10 2,44	2 0½	7 1,9	18 3	3 8	14 5,5	24 4
Sommerw.	8 11,23	1 5	7 0,4	15 1	3 2	10 10,4	19 6½
Winter . .	10 10,46	2 2	7 2,0	18 3	4 1	15 6,6	24 4
Frühling .	9 9,53	3 4	7 7,5	14 6	4 8	13 0,8	23 10½
Sommer .	9 10,59	3 0	7 8,5	15 1	5 1	11 4,9	19 6½
Herbst . .	7 8,95	1 5	5 10,6	14 9	3 2	10 7,4	22 10
Ganzes Jahr	9 6,83	1 5	7 1,1	18 3	3 2	12 7,9	24 4

Hier sehen wir den Werth des Steigens und Fallens, welchem der Rheinspiegel in jedem Monate und in jeder Jahreszeit unterworfen ist. In dieser Beziehung kann das Tableau gleichsam auch als Vorherverkündiger angesehen werden, der uns lehrt, daß der Strom, z. B. im Januar, unter gewöhnlichen Fällen einen mittlern Wasserstand von nahe

11′ haben, und in eben denselben Fällen der niedrigste Wasserstand 7′ 1″, der höchste 15′ 10″ betragen werde. Das niedrige Wasser kann aber auch bis 2′ 5″ herabgedrückt, oder auf 14′ 4″ erhoben werden, während beim Hochwasser diese Verhältnisse durch die Zahlen 7′ 2″ und 24′ 3″ ausgedrückt sind. Überhaupt werden die Zahlen der vorstehenden Tabelle als die Gränzen (nombres limites) zu betrachten sein, zwischen denen sich der Strom bewegt, und die, darf man einer siebenundsechszigjährigen Erfahrung einiges Vertrauen schenken, nicht überschritten werden können *).

So schwankend die Mittelstände in jedem Monate sein können, und so abnorm in einzelnen Fällen der Wasserstand auch ist, so erkennt man dennoch in Mitten aller dieser Anomalien und Abnormitäten eine große Regelmäßigkeit in dem Steigen und Fallen des Rheinstroms. Kein Phänomen steht vereinzelt, alle Erscheinungen bilden Glieder einer innig zusammenhangenden Kette. So tritt aus dem, was ein regelloses Chaos zu sein scheint, ein sehr bestimmter Hydro-Karakter hervor; wir sehen die einzelnen Phänomene: den Mittelstand, des mittlern Niedrig- und Hochwassers, ja die Minima und Maxima, im Verlauf eines Jahres einer Bewegung folgen, welche (mehr oder minder) vollkommen parallel ist.

Endlich haben wir uns noch mit der Frage zu beschäftigen, wann das Minimum und wann das Maximum in jedem Monate einzutreten pflegt, ob in dem ersten, im zweiten oder letzten Drittel des Monats. Bei dieser Untersuchung wurde in dem nachstehenden Tableau ein Zeitraum von fünf und zwanzig Jahren zum Grunde gelegt, weil, erstlich, in der Hauptnachweisung die sechs ersten Monate 67- und die sechs letzten Monate 66jährige Beobachtungen umfassen; und, zweitens, in der hydrohistorischen Übersicht des Elbstroms ꝛc. für die analogen Verhältnisse eine gleich große Periode angenommen worden ist. Das Tableau enthält auch die Größe der in dem Zeitraume von 1770 bis 1836 vorgekommenen Schwankungen des niedrigsten und höchsten Wasserstandes in jedem Monat, so wie die mittlere Differenz beider Phänomene.

---

*) Dieser Schluß scheint wol unbedingt richtig zu sein. Wie sich aus der Nachweisung des niedrigsten und höchsten Wasserstandes für den Pegel zu Köln ergiebt, war in dem halben Jahrhundert seit 1782 das höchste Wasser des December-Monats an diesem Pegel 26′ 6″, den 26. December 1809. Nun aber sind, in Folge starken Schneefalls Ende Oktobers 1836 und darauf folgenden Thau- und anhaltenden Regenwetters im November und December alle Flüsse und Ströme des mittlern Europa sehr bedeütend angeschwollen, so daß, Zeitungs-Nachrichten zufolge, der Rhein bei Köln am 13. December 1836 eine Höhe von 26′ 7½″ erreichte, mithin noch um fast einen Fuß hinter dem absoluten Maximum des Monats zurück blieb.

Übersicht der Zeiten, Schwankungen und des mittleren Unterschiedes der höchsten und niedrigsten Wasserstände des Rheins. Pegel bei Emmerich.

Monate.	Drittel-Abtheilungen d. Monate.	Das niedrigste Wasser		Das höchste Wasser		Mittlerer Unterschied des niedrigsten und höchsten Wassers.
		erfolgte im Viertel-jahrhundert	schwankte im Monate um	erfolgte im Viertel-jahrhundert	schwankte im Monate um	
	1	6,7 Mal		10,4 Mal		
Januar . . .	2	9,3	11′ 11″	6,0	17′ 1″	8′ 9″,3
	3	9,0		8,6		
	1	10		10,6		
Februar . .	2	3	15 4	7,4	19 8	8 5,7
	3	12		7,0		
	1	6		14,0		
März . . .	2	4	11 2	5,5	19 2½	7 6,5
	3	15		5,5		
	1	6,0		15,0		
April	2	5,2	9 2	1,8	15 0	4 10,8
	3	13,8		8,2		
	1	9,4		10,3		
Mai	2	4,4	9 5	8,0	13 0	3 10,6
	3	11,2		6,7		
	1	10,6		8,3		
Juni	2	5,8	10 7	5,8	13 7½	3 9,4
	3	8,6		10,9		
	1	7,7		11,0		
Juli	2	5,0	10 2	4,2	13 1	3 10,6
	3	12,3		9,8		
	1	3,0		15,3		
August . . .	2	6,2	11 0	3,7	14 1	3 5,3
	3	15,8		6,0		
	1	4,5		12,9		
September .	2	6,0	9 1	5,3	12 2	3 8,9
	3	14,7		6,8		
	1	5,4		12,1		
Oktober . .	2	4,4	9 4	4,5	15 10	4 3,2
	3	15,2		8,4		

Fortsetzung.

Monate.	Drittel-Abtheilungen d. Monate.	Das niedrigste Wasser		Das höchste Wasser		Mittlerer Unterschied des niedrigsten und höchsten Wassers.
		erfolgte im Viertel-jahrhundert	schwankte im Monate um	erfolgte im Viertel-jahrhundert	schwankte im Monate um	
November .	1	12,7 Mal		6,0 Mal		
	2	7,2	12′ 9½″	6,8	19′ 2″	6′ 2″,5
	3	5,1		12,2		
December .	1	8,0		8,7		
	2	6,1	15 4	5,4	18 4	7 10,8
	3	10,9		10,9		

Die in der dritten und fünften Spalte dieser Übersicht enthaltenen Werthe sind Verhältnißzahlen in Beziehung auf den Zeitraum von fünf und zwanzig Jahren und bezeichnen, auf 66- und 67jährige Erfahrungen gegründet, den Umfang der Wahrscheinlichkeit, nach welcher Minimum und Maximum in den Drittel-Abtheilungen der Monate vorkommen können. So verhält sich, um nur ein paar Beispiele anzuführen, die Wahrscheinlichkeit, daß der niedrigste Wasserstand des Monats März in den Tagen vom 21. bis 31. eintreten werde, wie 15 : 25, oder wie 3 : 5, und daß auf den höchsten Wasserstand des April in den zehn ersten Tagen des Monats zu rechnen sei, ebenfalls wie 15 : 25, oder wie 3 : 5.

Die Schwankungen der Minima und Maxima haben, mit Ausnahme der Wintermonate und der Monate März und November, einen regelmäßigeren und konstanteren Gang, als sich nach den großen Verschiedenheiten in den monatlichen Mittelständen erwarten ließ; namentlich zeigt sich diese Regelmäßigkeit wiederum bei den Monaten Mai bis August und liefert mithin ein Argument mehr für die oben angedeütete Meinung, daß die Rheinwasser dieses Zeitabschnittes gleichsam als Beharrungs-Zustand des Stroms angesehen werden können.

2. Pegel bei Köln.

Die Hydro-Geschichte des Rheinstroms nach den Beobachtungen an diesem Pegel während des Zeitraums von 1782 bis 1836 ist in den nebenstehenden Tabellen Nr. 3 und 4 enthalten, deren Einrichtung derjenigen ähnlich ist, welche bei den Tabellen des Emmericher Pegels befolgt worden.

Tabelle № 3.

Jahre.	Mittlere W…						
	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.
1782	11′ 8½″	7′ 9½″	10′ 6½″	11′ 4½″	13′ 9″	10′ 2″	8′ 4½″
1783	15 6½	13 4	16 5½	9 6	8 9	11 5½	9 4
1784	18 10½	19 0	17 3	11 5	8 6½	6 10½	6 0
1785	6 5½	5 2	3 10½	9 8½	8 5½	9 7½	8 8½
1786	9 1	10 10	9 4	9 1	9 1	7 4	9 8½
1787	6 8½	5 11	6 8	6 4½	11 4½	8 10	11 3
1788	10 2	9 5	11 4½	8 7	6 9	9 3	9 1
1789	10 0	15 4	10 9	13 10	11 8½	14 7	12 2½
1790	6 4	8 7½	6 1½	5 5	7 9½	8 1	10 8
1791	14 3½	11 8	9 2	7 8	8 2	7 7½	9 8
1792	11 9½	13 10½	11 7½	12 3	9 1½	12 4	10 4½
1793	9 4½	13 6½	9 11½	8 2	9 9	9 4½	10 1½
1794	4 7	11 4½	9 1½	7 10½	6 0	6 2	8 5½
1795	……..	……..	……..	……..	7 2	8 7	……..
1796	10 8	12 1½	6 8	5 6	6 5	10 3	12 7
1797	9 11½	7 5	4 4½	5 6	8 4½	12 2½	12 2½
1798	13 1	8 9½	7 9	6 10½	7 2	8 7	8 2
1799	14 4	20 1½	10 9½	8 3½	9 7½	8 8	8 2½
1800	9 5	3 7	3 7	5 8	6 4	9 7	6 7
1801	12 6	12 0	12 9	10 6	8 3½	10 2½	10 1½
1802	13 9	11 10½	13 1½	9 2	8 10½	9 6½	10 7½
1803	5 10½	9 3	9 8	6 5½	10 4	10 0	9 8
1804	14 11	12 5½	9 5	13 9	10 11	9 7	11 5½
1805	8 6	13 1½	15 1	6 9½	9 10½	8 8½	10 8
1806	18 10½	13 10	15 2	9 11½	9 11½	10 6½	9 2½
1807	7 9	15 5	13 3	7 8	9 6½	9 1½	7 6
1808	6 10	11 7	6 9½	9 11½	8 3	9 11	9 10
1809	14 7	15 3	8 8½	9 4½	8 11	10 2	8 5
1810	7 10	6 7½	16 9½	8 11	7 10	8 3	7 1
1811	……..	……..	……..	……..	……..	……..	……..
1812	……..	……..	……..	……..	……..	……..	……..
1813	4 7½	9 3¾	6 10	6 3¾	7 10½	9 4¾	11 4¾
1814	8 6¼	8 9½	6 11¾	9 0	5 3¾	7 7½	9 10½
1815	5 5¾	9 8½	13 1	9 11¾	6 7¼	8 4¾	10 9
1816	12 8	9 1	14 0¾	7 10½	12 2¼	13 4¾	17 6½
1817	14 9	12 2¼	17 3	10 1¼	11 1¾	13 2½	14 11
1818	9 6	11 9¾	15 8¼	10 7½	13 3¾	7 10	6 7
1819	5 0½	8 7½	7 1½	6 11¼	4 11	7 2½	8 5
1820	15 8¼	8 7	7 4	7 2½	5 4¾	8 9	8 1¼
1821	11 4	4 11	12 10	10 6	9 4	9 2	8 9
1822	11 9	10 4	9 3	7 10	7 5	6 3	6 3
1823	5 6	13 5	12 3	7 4	8 4	9 4	9 11
1824	9 10	7 11	8 7	8 10	13 11	12 5	12 0
1825	11 9	9 3	8 10	7 0	6 10	7 5	7 4
1826	7 0	9 1	7 6	5 6	6 11	8 10	7 11
1827	9 9	5 0	19 6	12 3	11 9	11 6	9 1
1828	13 5	7 0	9 9	11 6	9 6	8 2	9 7
1829	5 2	8 2	8 4	8 10	9 4	7 4	9 10
1830	4 11	12 8	10 7	12 5	9 1	10 6	13 7
1831	6 7	10 3	17 11	9 1	10 4	14 7	14 4
1832	10 5	6 3	6 4	5 4	6 0	7 2	6 9
1833	4 2	12 6	8 7	10 10	9 0	7 10	8 6
1834	20 4	10 3	6 4	5 8	6 4	6 9	6 10
1835	6 3	8 5	11 2	7 3	9 7	8 10	6 11
1836	8 5	9 2	12 4	11 7	8 4	8 3	
Mittel	10 2,11	10 5,10	10 5,67	8 9,11	8 7,46	9 1,98	9 7,62

ste

ngen

um.	
Zolle	
5'	8''
0	1
0	6
2	6
1	1
4	5
7	9
3	1
1	9
0	4
0	10
1	11
3	5
7	9
3	7
0	11
3	3
[illegible]	8

gsten un

ngen am

um.	Minim	
Größe	Tage	
5′8″	30	9
0 1	1	10
0 6	18	6
2 6	1	7
1 1	16	6
1 5	17	7
7 9	1	6
3 1	2	9
1 9	20	6
4	12	7
10	2	9
1 11	11	7
5 6	18	5
7 9	1	6
3 7	1	8
11	2	6
3 3	1	7
8	30	7

um.	November.				December.			
	Minimum.		Maximum.		Minimum.		Maxim.	
Größe	Tage	Größe	Tage	Größe	Tage	Größe	Tg	Größe
′ 11″	28	6′ 6½″	3	8′ 10″	15	4′ 7″	29	9′ 6″
0	14	3 8½	26	12 6	24	3 6	29	8 3
4	13	4 1	28	6 0	31	2 9	8	11 8
6	21	5 5½	30	9 9	31	4 10	7	14 1
1	17	4 7	25	9 10	28	6 9	17	17 10
5	30	7 0	1	18 2	4	6 3	22	17 2
6	30	3 0	1	6 3	12	1 5	26	9 0
10	30	7 8	18	15 8	16	5 3	31	9 4
4	4	5 6	11	9 6	3	7 4	21	20 0
0	17	4 2	22	7 6	1	7 9	17	14 3
8	18	7 5	5	11 2	6	6 3	24	21 4
1	4	3 10	19	8 1	12	4 1	19	9 6
. . .	. . .	. . . .	. . .	. . . .	. . .	. . . .	.	. . . .
. . .	6	6 7	28	13 0	21	9 10	7	15 4
7	30	6 0	6	10 7	17	3 4	25	21 6
7	24	5 6	27	15 9	29	7 6	17	14 0
0	6	5 0	20	14 [illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Digitized by Google

Die Kölner Haupt-Wasserstands-Tabelle unterscheidet sich von der Emmericher nur dadurch, daß sie eine Spalte mehr, nämlich die des Stromaustretens, dagegen die Rubrik des Eisganges und Eisstandes in anderer Form enthält. Um die Ergebnisse dieser tabellarisch geordneten Geschichte übersichtlich zusammen zu fassen, schlagen wir den beim Emmericher Pegel eingeschlagenen Weg ein, auf dem es weiter keiner Führung Behufs einer Erlaüterung der Resultate zu bedürfen scheint.

Darstellung vom mittlern Monatsstande des Rheins bei Köln.

Monate.	Mittlerer Wasserstand, berechnet aus 1782 — 1836.	Der mittlere Wasserstand war am			
		niedrigsten		höchsten	
Januar . .	10′ 2″,11	4′ 2″	1833	20′ 4″	1834
Febrauar .	10 5,10	3 7	1800	20 1½	1799
März . . .	10 5,67	3 7	1800	19 6	1827
April . . .	8 9,11	5 4	1832	13 10	1789
Mai . . .	8 7,46	4 11	1819	13 11	1824
Juni . . .	9 1,98	6 2	1794	14 7	1789 u. 1831
Juli . . .	9 7,62	6 0	1784	17 6½	1816
August . .	8 8,73	4 7½	1800	14 9	1816
September	7 10,52	4 2½	1800	13 6	1829
Oktober . .	7 3,80	3 6	1832	11 9	1792
November	7 7,92	3 10	1822	12 1	1804
December .	9 9,03	3 2	1818	19 0	1833
Ganzes Jahr	9 0,59	6 5,6	1832	12 3,5	1816

Auch in dieser Darstellung ist für den Monat November die außerordentliche Fluth von 1824 bei Berechnung der Mittelwerthe ausgeschlossen worden.

Übersicht des jährlichen niedrigsten und höchsten Rheinstandes am Pegel zu Köln.

Monate.	Der niedrigste Jahres-Wasserstand ist vorgekommen in 51 Jahren 54 Mal.	ein Mal in	betrug im Minimum		Der höchste Jahres-Wasserstand ist vorgekommen in 51 Jahren	ein Mal in	betrug im Maximum	
Januar .	14 Mal	$3\frac{3}{4}$ Jahr.	1′ 5″	1829	12 Mal	$4\frac{1}{4}$ Jahr.	27′ 2″	1809
Februar	6	$8\frac{1}{2}$	3 1	1800	11	$4\frac{1}{2}$	40 3	1784
März . .	2	$25\frac{1}{2}$	3 1	1800	14	$3\frac{3}{5}$	25 8	1807
April . .	2	$25\frac{1}{2}$	3 6	1797	1	51	16 3	1785
Mai . .	. . .	. . . .	. . .	. . .	. . .	. . . .	. . . .	. . .
Juni . .	. . .	. . . .	. . .	. . .	1	51	16 9	1797
Juli . .	. . .	. . . .	. . .	. . .	. . .	. . . .	. . . .	. . .
August .	. . .	. . . .	. . .	. . .	. . .	. . . .	. . . .	. . .
Septemb.	2	$25\frac{1}{2}$	4 10	1807	1	51	17 4	1829
Oktober	8	$6\frac{1}{2}$	2 $10\frac{1}{2}$	1834	1	51	19 5	1787
Novemb.	17	3	2 9	1803	1	51	27 1	1824
December	13	4	1 1	1822	9	$5\frac{2}{3}$	27 6	1819

Bei Köln stellt sich das Verhältniß der vier Monate Mai bis August noch günstiger als bei Emmerich; man sieht, daß in denselben der niedrigste Jahresstand niemals und der höchste nur ein einziges Mal innerhalb ein und fünfzig Jahre vorgekommeu ist. Die kürzere Beobachtungsreihe hat hierauf keinen Einfluß; denn die Stände, welche am Pegel zu Emmerich während der in Rede seienden Monate vorgekommen sind, fallen in den Zeitraum von 1797 bis 1819.

Blickt man in der Kölner Haupt-Wasserstands-Tabelle auf die Rubrik, welche den Übertritt der Ufer enthält, so finden wir auch hierin die beim Emmericher Pegel gemachte Wahrnehmung, daß der Rhein ein stark fluctuirender Strom sei, bestätigt; denn es giebt im Verlauf des ganzen Jahres nicht einen Monat, worin das Ereigniß nicht Statt gefunden hätte. Unter den zwei und fünfzig Jahren, aus denen die Beobachtungsreihe besteht, sind nur zwei, während welcher das Wasser die Uferhöhe nicht überstieg. Vereinigt man mit diesen Anschwellungen die Fluthen, welche die Höhe der Werftmauer erreichten, so stellt sich das Summarium beider Phänomene, den einzelnen Monaten nach, folgendermaßen: —

Übersicht der Wasserfluthen des Rheins bei Köln.

Monate.	Der Strom trat über die Ufer (mittlere Höhe des Leinpfades):		Das Wasser erreichte die Höhe der Werftmauer am Pegel zu Köln:	
	im halben Jahrhundert	ein Mal in	im halben Jahrhundert	ein Mal in
Januar	28 Mal	1 bis 2 Jahren	9 Mal	5 bis 6 Jahren
Februar	29	1 — 2	5	10
März	23	2 — 3	8	6 — 7
April	10	5 — 6	—	—
Mai	7	7 — 8	—	—
Juni.......	6	8 — 9	—	—
Juli	8	6 — 8	—	—
August	3	17 — 18	—	—
September....	6	7 — 8	—	—
Oktober	6	7 — 8	—	—
November	13	4	1	50
December	22	2 — 3	5	10

Am seltensten tritt der Rhein über die Ufer im Monat August, am haüfigsten im Monat Februar. Die zweite Spalte der vorstehenden Tafel giebt einen Beweis mehr der oben beigebrachten Bemerkung, daß die Monate December bis März für die Anwohner des Niederrheins die gefürchtetsten sind; denn nur in diesen Monaten tritt der Strom bis an die Werftmauer und über dieselbe. Das eine Mal im November ist nicht zu rechnen; es gehört der Wasserfluth von 1824, welche durch außerordentliche atmosphärische Ereignisse herbeigeführt wurde.

Zustand des Rheinstroms während der Jahreszeiten, im Mittel aus den von 1782 bis 1836 angestellten Beobachtungen am Pegel zu Köln.

Jahreszeiten.	Mittlerer Wasserstand	In 51 Jahren ist das niedrigste Wasser vorgekommen.	niedrigste Wasser betrug im Min.	höchste Wasser vorgekommen.	höchste Wasser betrug im Max.	Unterschied des niedrigsten und höchsten Wassers.	Die Wasserfluth überstieg die Ufer im halben Jahrh.	Die Wasserfluth erreichte die Höhe der Werftmauer im halben Jahrh.
Schifffahrts-Jahreszeiten.								
Winterwasser	9′ 6″,50	44 Mal	1′ 1″	48 Mal	40′ 3″	39′ 2″	125 M.	28 Mal
Sommerwasser	8 6,68	10	2 10½	3	19 5	16 6½	36	0
Meteorolog. Jahreszeiten.								
Winter . . .	10 1,41	33	1 1	32	40 3	39 2	79	19
Frühling . .	9 3,41	4	3 1	15	25 8	22 7	40	8
Sommer . .	9 2,11	0	. . .	1	16 9	. . . . .	17	0
Herbst . . .	7 7,41	17	2 9	3	27 1	24 4	25	1
Ganzes Jahr	9 0,59	. . .	1 1	. . .	40 3	39 2	. . .	. . .

Die größte Schwankung, welche der Rhein bei Köln innerhalb der hier betrachteten Jahresreihe von 1782 bis 1836 erfahren hat, beträgt 39′ 2″; das Minimum fand am 25. December 1822, das Maximum den 28. Februar 1784 Statt; zwischen beiden liegt ein Zeitraum von beilaüfig acht und dreißig Jahren. Glücklicherweise ist ein so enormes Anschwellen des Rheins, wie das von 1784, eine große Seltenheit und überdem mehrentheils lokal*); die Verheerungen, welche diese Fluth zu Wege brachte, sind in der Haupt-Wasserstands-Tabelle (Nr. 3) in der Spalte der Bemerkungen näher nachgewiesen.

Den darin enthaltenen Erfahrungen zufolge, kann der Eisgang im Rhein bei Köln, als frühster Termin, am 17. November, also zehn Tage früher als bei Emmerich eintreten, und als spätester Termin, noch den 18. März, oder eben so lange als bei Emmerich, Statt haben. Hiernach stellt sich die absolut längste Dauer des Eises, welche bei Köln möglich

*) Bei Düsseldorf stand das Wasser ungefähr 33′ über Null am Pegel; bei Emmerich, den 29. Februar auf 22′ 1″ über Null des jetzigen Pegels; bei Pannerden 22′ 6″; bei Nimwegen 22′ 2″; bei Arnheim 17′ 11″; bei Vianen 12′ 8″ (wobei die holländischen Pegel ebenfalls um 2′ erniedrigt gedacht worden sind); man sieht, daß die Fluth am Strome tiefer abwärts an Mächtigkeit verlor, was bei einem mittlern Zustande nicht der Fall ist.

zu sein scheint, auf 122 Tage; doch hat diese Dauer im Zusammenhange, so weit die Nachrichten reichen, nie Statt gefunden. Die wirklich erfolgte längste Dauer des Eisganges, mit Einschluß von eilf Tagen Eisstand, beträgt 85 Tage; dies war im Winter von 1829 auf 1830.

Summarische Darstellung vom Zustande des Rheinstroms, nach den Beobachtungen am Pegel zu Köln, während des halben Jahrhunderts zwischen 1782 und 1836.

Monate und Jahreszeiten.	Mittlerer Wasserstand.	Niedrigwasser.			Hochwasser.		
		Min.	Med.	Max.	Min.	Med.	Max.
Januar . .	10′ 2″,11	1′ 5″	5′ 8″,2	14′ 1″	7′ 5″	15′ 6″,7	27′ 1″
Februar . .	10 5,10	2 6	6 7,8	16 4	4 6	15 11,5	40 3
März . . .	10 5,67	2 3	7 0,3	13 3	4 6	15 6,8	30 9
April . . .	8 9,11	3 6	6 10,8	10 10	6 7	11 9,2	21 11
Mai	8 7,46	4 1	5 3,3	12 2	6 5	11 3,6	20 4
Juni . . .	9 1,98	4 6	5 8,4	11 7	6 9	11 7,4	19 10
Juli	9 7,62	5 4	6 2,4	12 9	7 3	11 11,0	18 6
August . .	8 8,74	3 8	5 6,0	11 7	5 6	10 8,7	18 4
September	7 10,52	3 10	6 3,9	10 9	5 11	10 0,6	19 6
Oktober . .	7 3,80	2 10½	5 8,2	9 10	4 2	10 2,5	19 5
November .	7 7,92	2 9	5 9,8	9 6	4 3	11 8,5	19 6
December .	9 9,03	1 1	5 10,0	13 2	4 9	14 10,8	27 6
Winterwasser	9 6,50	1 1	6 3,8	16 4	4 3	14 2,9	40 3
Sommerwass.	8 6,68	2 10½	5 9,2	12 2	4 2	10 11,6	20 4
Winter . .	10 1,41	1 1	6 0,6	16 4	4 6	15 5,6	40 3
Frühling .	9 3,41	2 3	6 4,1	13 3	4 6	12 10,5	30 9
Sommer .	9 2,11	3 8	5 9,6	12 9	5 6	11 5,0	19 10
Herbst . . .	7 7,41	2 9	5 11,3	10 9	4 2	10 7,8	19 6
Ganzes Jahr	9 0,59	1 1	6 0,6	16 4	4 2	12 7,3	40 3

Übersicht der Zeiten, der Schwankungen und des mittleren Unterschiedes der höchsten und niedrigsten Wasserstände des Rheins. Pegel bei Köln.

Monate.	Drittel-Abtheilungen d. Monate.	Das niedrigste Wasser		Das höchste Wasser		Mittlerer Unterschied des niedrigsten und höchsten Wasserstands.
		erfolgte im Viertel-jahrhundert	schwankte im Monate um	erfolgte im Viertel-jahrhundert	schwankte im Monate um	
	1	9,2 Mal		9,2 Mal		
Januar . . .	2	8,1	12′ 8″	7,2	19′ 8″	9′ 10″,5
	3	7,7		8,6		
	1	8,7		10		
Februar . .	2	3,3	13 10	7,3	35 9	9 3,7
	3	13		7,7		
	1	6,6		14,2		
März . . .	2	5,7	11 0	4,4	26 3	8 6,5
	3	12,7		6,4		
	1	6,2		14,1		
April	2	7,2	7 4	2,9	15 4	4 10,4
	3	11,6		8		
	1	10		7,5		
Mai	2	3	8 1	10,9	13 9	6 0,3
	3	12		6,6		
	1	11,8		7,5		
Juni	2	5,7	7 1	7,5	13 1	5 11,0
	3	7,5		10		
	1	7,1		11		
Juli	2	3,2	7 5	4,8	11 3	5 8,6
	3	14,7		9,2		
	1	2,5		16		
August . . .	2	7,2	7 11	3	12 10	5 2,7
	3	15,3		6		
	1	4,3		12,5		
September .	2	5	6 11	5	13 7	3 8,7
	3	15,7		7,5		
	1	4,5		11,5		
Oktober . .	2	6,5	6 11,5	6,5	15 3	4 6,3
	3	14		7		

Fortsetzung.

Monate.	Drittel-Abtheilungen d. Monate.	Das niedrigste Wasser erfolgte im Viertel-jahrhundert	Das niedrigste Wasser schwankte im Monate um	Das höchste Wasser erfolgte im Viertel-jahrhundert	Das höchste Wasser schwankte im Monate um	Mittlerer Unterschied des niedrigsten und höchsten Wasserstands.
November .	1	8,3 Mal		6,4 Mal		
	2	6,9	6′ 9″	6,3	15′ 3″	5′ 10″,7
	3	9,8		12,3		
December .	1	6,8		7,8		
	2	5,9	12 1	6,3	22 9	9 0,8
	3	12,3		10,9		

Es wird nun darauf ankommen, die für beide Pegel gefundenen Resultate mit einander zu vergleichen, um zu sehen, welchen Einfluß ein Stromlauf von 15 deütschen Meilen (Entfernung zwischen Emmerich und Köln) auf den monatlichen Gang des Wasserstandes ausübt.

Wollte man bei dieser Untersuchung die vorgelegten Resultate unmittelbar neben einander stellen, so würden sich offenbar irrige Schlüsse ergeben, weil die Beobachtungsreihe in Köln zwölf Jahre später anfängt als die Emmericher und mehrere Lücken hat. Die Vergleichung kann nur dann von Erfolg sein, wenn in der Emmericher Reihe diejenigen Jahre ausgewählt werden, welche mit den Beobachtungsjahren in Köln genau korrespondiren. Mit Zugrundelegung dieses Verfahrens ist die folgende Tafel entstanden: —

Vergleichung des mittlern Wasserstandes des Rheins, nach den Beobachtungen zu Emmerich und Köln, v. 1782 b. 1836.

Monate und Jahreszeiten.	Wasserstand bei Emmerich.	Wasserstand bei Köln.	Bei Emmerich ist er höher (+) oder niedriger (—) als bei Köln.
Januar	10′ 8″,78	10′ 2″,11	+ 6″,67
Februar	10 10,28	10 5,10	+ 5,18
März	10 9,04	10 5,67	+ 3,37
April	8 5,74	8 9,11	— 3,37
Mai	8 7,05	8 7,46	— 0,41
Juni	9 2,24	9 1,98	+ 0,26
Juli	11 3,48	9 7,62	+ 19,86
August	8 6,18	8 8,74	— 2,56
September	7 6,05	7 10,52	— 4,47
Oktober	7 0,49	7 3,80	— 3,31
November	7 7,04	7 7,92	— 0,88
December	9 9,18	9 9,03	+ 0,15
Winterwasser . .	9 8,34	9 6,50	+ 1,84
Sommerwasser . .	8 8,25	8 6,68	+ 1,57
Winter	10 5,41	10 1,41	+ 4,00
Frühling	9 3,28	9 3,41	— 0,13
Sommer	9 7,97	9 2,11	+ 7,86
Herbst	7 4,52	7 7,41	— 2,89
Ganzes Jahr . .	9 2,29	9 0,53	+ 1,70

Hohe Wasserstände bringen bei Emmerich ein Steigen, niedrige ein Sinken des Wasserspiegels hervor, ein Resultat, welches in der Bewegung des Wassers in Strombetten begründet ist: bei Anschwellungen des Wasserspiegels wird die Geschwindigkeit beschleünigt und gleichförmig, bei Senkungen wird sie verzögert und gleichförmig, die Neigung vermindert sich, und die Wassermassen des obern Strombezirks finden Gelegenheit, in dem leerer gewordenen Bette sich mehr auszudehnen. Die beträchtliche Erhebung aber, welche der Rheinspiegel bei Emmerich im Juli erfährt, rührt ohne Zweifel von Nebenflüssen her, die während dieses Monats durch klimatische Verhältnisse bedingt aus ihrem mittlern

Zustande, im Verhältniß zum Hauptstrom, heraustreten. Zwischen Köln und Emmerich empfängt der Rhein die Wupper, die Ruhr, die Emsche und die Lippe. Von diesen Flüssen sind die beiden zuerst genannten entschiedene Gebirgsflüsse; namentlich entspringt die sehr wasserreiche Ruhr, mit ihrem Zufluß Lenne, auf den 370′ hohen Plateau des Sauerlandes (Bergplatte vom Winterberg 333′, Astenberg 423′ über dem Meere) und durchfurcht dieselben auf ihrem ganzen Lauf bis kurz vor der Mündung in den Rhein. Auf diesen waldreichen Plateaus fällt der Schnee oft in so bedeütender Menge, daß die Verbindung von einem Ort zum andern gänzlich unterbrochen wird; und er bleibt, namentlich in der Gegend von Astenberg, fast immer bis zum Ende Mai, zuweilen bis in den Monat Juni liegen, während es zu den ganz seltenen Fällen gehört, wenn man in den angränzenden Ebenen längs der Lippe und des Rheins am Ende des März noch Schnee findet. Nächstdem sind die Gipfel des Sauerlandes sehr oft in die dichtesten Nebel gehüllt, wenn in den benachbarten Flächen der wärmste Sonnenschein, das heiterste Wetter herrscht; die Gewitter stellen sich ein und mit ihnen ein ungemein starker Niederschlag; alles vereinigt sich, um in den Ruhr- und Wupperthälern das beträchtliche Wasserquantum herabzuführen, welches, in Verbindung mit den geringern Anschwellungen der Emsche und Lippe, den Rheinspiegel bei Emmerich im Monat Juli so bedeütend über den Stand bei Köln erhebt.

Die Vergleichung zwischen beiden Pegeln ließe sich noch weiter führen; man könnte die Resultate der verschiedenen Zustände des niedrigsten und höchsten Wasserstandes gruppiren, die Zeiten und Schwankungen beider Phänomene zusammen stellen; allein wir begnügen uns mit der obigen Vergleichung des mittlern Zustandes, um unsere Aufmerksamkeit einem andern Phänomene zuzuwenden.

Es wird nämlich zur Vervollständigung dieser Diskussionen über den Gang, welchen die Rheinwasser im Verlauf eines Jahres in jedem Monate und in jeder Jahreszeit nehmen, unstreitig nicht ohne Interesse sein, uns mit der Frage zu beschäftigen, ob die regelmäßigen Hebungen und Senkungen des Stromspiegels von den atmosphärischen Niederschlägen abhangig sind oder nicht.

Weiter oben erinnerten wir an die Wasserfluth, von der im Herbste 1824 die Rheingegenden ꝛc. heimgesucht worden sind. Diese Fluth war die Folge eines starken und anhaltenden Regens und zeichnete sich nicht allein durch außerordentliche Höhe, sondern auch durch eine ungemein lange Dauer aus. Zur Ergänzung der in einem früheren Kapitel mitgetheilten

Nachrichten über den Gang, welchen diese Fluth im Gebiet des Mittelrheins befolgte, schalten wir in der nachstehenden Tafel die im Niederrhein an fünf Hauptpegeln beobachteten Wasserstände ein.

Man ersieht daraus, daß der Rhein bei Köln am 28., bei Emmerich am 30. Oktober ungefähr auf seiner monatlichen Mittelhöhe stand und von da an rasch stieg, bis er bei Köln am 31. 9′ über den Mittelstand anschwoll; in den nächsten vier und zwanzig Stunden wuchs er noch um 7′, und so verharrte er bei dieser bedeütenden Höhe, bald steigend, bald fallend, um am 16. November das Maximum von 27′ 1″ zu erreichen. Die mittlere Wasserhöhe dieses Monats übertraf die durchschnittliche um 15′ 5″, d. h.: der Rhein bei Köln stand im November 1824 mehr als noch ein Mal so hoch, wie unter gewöhnlichen Verhältnissen in diesem letzten Drittel des Herbstes der Fall zu sein pflegt. Ja, die Fluth dehnte sich auf den December aus: die Rheinhöhe war in diesem Monate 6′ 8″ über dem Mittelstande desselben. Die Tafel giebt auch lehrreiche Aufschlüsse über die Geschwindigkeit, womit die Fluth ihren Weg zurücklegte. Nehmen wir nur die Gränzpunkte der ganzen Strecke zwischen Köln und Emmerich, eine Entfernung von etwa fünfzehn deütschen Meilen, so sieht man, daß dieser Weg von der eintretenden Fluth in vier und zwanzig Stunden, und von dem höchsten Stande derselben in doppelt so großer Zeit zurückgelegt wurde. Bei Emmerich hatte sie von ihrer Gewalt bereits viel verloren; hier überstieg die mittlere Rheinhöhe des Novembers 1824 den Normalstand dieses Monats zwar noch um 12′ 4″ (wenn man die ganze Reihe der Emmericher Beobachtungen nimmt), oder um 12′ 11″ (wenn die mit der Kölner Beobachtungsreihe korrespondirende Emmericher Reihe zum Grund gelegt wird); allein diese Anschwellung bleibt hinter der, welche bei Köln (und weiter oben am Mittelrhein) Statt fand, schon bedeütend zurück, und es ist anzunehmen, daß die Fluth innerhalb des Delta eine noch größere Depression erlitt.

Vergleichende Übersicht von der Wasserfluth im November 1824, nach den Beobachtungen an fünf Hauptpegeln des preüssischen Niederrheins.

1824.	Wasserstand um 8^h Morgens am Pegel zu					Maximum.
	Köln.	Ruhrort.	Wesel.	Rees.	Emmerich	
Oktober						
26.	8' 4''	8' 5''	7' 9''	8' 7''	8' 1''	
27.	8 1	8 2	7 5	8 3	7 9	Köln
28.	7 11	7 11	7 3	8 0	7 8	den 16. Nov.
29.	8 2	8 0	7 2	7 10	7 6	27' 1''
30.	9 5	9 0	7 10	8 6	7 9	
31.	16 3	12 10	10 4	10 1	9 0	
November						
1.	23 4	20 0	16 6	15 8	14 9	
2.	26 0	22 9	19 6	19 0	18 3	
3.	25 7	25 1	21 6	20 7	19 8	
4.	26 0	25 9	22 10	21 3	20 6	
5.	26 6	26 1	23 3	21 8	21 5	
6.	25 11	26 4	23 8	22 0	21 10	
7.	25 1	26 0	23 9	22 2	22 2	
8.	25 0	25 5	23 4	22 0	22 0	Ruhrort
9.	24 1	25 1	23 0	21 10	21 10	den 17. Nov.
10.	23 1	24 5	22 7	21 8	21 8	27' 2''
11.	22 4	23 9	22 1	21 5	21 5	
12.	22 9	23 4	21 8	21 2	21 0	
13.	24 8	24 5	21 10	21 1	20 10	
14.	23 11	25 7	22 10	21 7	21 3	Wesel
15.	25 2	25 4	23 2	21 10	21 9	den 18. Nov.
16.	27 1	26 10	23 5	22 7	21 11	24' 9''
17.	27 0	27 2	24 5	22 0	22 5	
18.	25 6	26 10	24 9	23 1	22 10	
19.	24 1	26 1	24 6	22 10	22 10	
20.	22 7	24 9	23 7	22 4	21 4	Rees
21.	21 2	23 6	22 6	21 7	20 9	den 18. Nov.
22.	19 9	22 3	21 6	21 1	20 2	23' 1''
23.	18 9	20 10	20 3	20 5	20 3	
24.	17 9	19 9	19 1	19 8	19 4	
25.	19 8	19 6	18 4	18 11	18 7	Emmerich
26.	20 9	20 9	19 2	19 3	18 8	d. 18. u. 19.
27.	21 8	21 6	19 9	19 9	19 4	November
28.	20 1	21 11	20 3	20 1	19 4	22' 10''
29.	19 3	20 8	19 9	19 11	19 5	
30.	18 3	19 10	18 9	19 3	18 11	
Mittel des Novembers	23 1,05	23 8,56	21 8,56	20 11,07	20 6,60	

Da diese Fluth von einem ungewöhnlich starken Regen erzeügt wurde, so könnte man — erinnern wir uns noch dabei des Wachsens in Folge von Wolkenbrüchen im Ahrthale — wol auf den Gedanken kommen, daß

Steigen und Fallen des Rheins mit dem Quantum des atmosphärischen Niederschlages in Zusammenhang ständen. In außerordentlichen Fällen findet dies, einer allgemein bekannten Erfahrung zufolge, und wie wir oben sahen, allerdings Statt; ob aber im gewöhnlichen Zustande der Dinge, — das ist eine andere Frage, die sich, schärfer bestimmt, so ausdrücken läßt: — Hangt der mittlere Wasserstand des Rheins unmittelbar vom Regen ab, hebt sich der Stromspiegel in den Monaten, welche ein großes Quantum atmosphärischer Niederschläge haben, sinkt er in denjenigen, die eine geringere Regenmenge haben?

Stellen wir uns bei Beantwortung dieser Frage zunächst auf einen örtlichen Standpunkt, so bieten sich am Niederrhein zwei Pegel-Stationen dar, an denen auch die Regenhöhe während einiger Zeit beobachtet worden ist; es sind Düsseldorf und Rees. Die Resultate sind in den folgenden zwei Tafeln enthalten.

Vergleichende Nachweisung der in Düsseldorf beobachteten Rheinwasserhöhen und Regenmengen.

Jahr und Monat.		Mittl. Wasserstand (preüß. Maaß).	Regenhöhe (preüß. Maaß).
1822.	Januar	10′ 6″,03	1″ 6‴,84
	Februar	9 11,73	0 11,35
	März	8 8,89	2 6,24
	April	7 6,65	0 11,34
	Mai	6 11,39	0 11,35
	Juni	5 9,48	0 11,35
	Juli	5 11,96	2 6,25
	August	6 2,27	1 6,84
	September . . .	. . . .	. . . .
	Oktober	5 0,64	1 3,12
	November . . .	3 5,57	0 10,97
	December	3 11,21	0 3,65
1823.	Januar	3 4,74	0 7,56
	Februar	12 9,89	3 1,80
	März	12 0,68	1 10,68
	April	9 0,17	1 10,75
	Mai	7 9,61	2 9,96
	Juni	8 9,50	2 2,40
	Juli	9 4,42	4 1,08
	August	9 0,54	2 10,00
	September . . .	6 3,85	1 3,12
	Oktober	6 1,50	2 2,40
	November . . .	5 0,86	0 11,34
	December	7 3,05	2 6,25
1824.	Januar	9 5,45	1 10,68
	Februar	7 6,41	1 3,12
	März	7 11,00	1 6,85
	April	8 4,02	1 10,70

Vergleichende Übersicht der in Rees beobachteten Pegelstände und Regenmengen.

Jahr und Monat.		Mittl. Wasserstand (preuß. Maaß).	Regenhöhe (preuß. Maaß).*
1817.	Juli	14' 6'',45	3'' 5''',52
	August	11 6,50	2 4,40
	September	9 1,73	0 11,30
	Oktober	8 8,03	0 9,20
	November	6 7,50	1 9,90
	December	7 5,50	2 0,00
1818.	Januar	7 1,70	2 6,00
	Februar	12 2,00	0 7,25
	März	16 5,50	6 10,00
	April	10 8,00	1 0,00
	Mai	13 5,40	2 8,00
	Juni	8 2,80	....
	Juli	6 7,80	1 0,00
	August	6 1,30	1 3,00
	September	6 3,60	2 6,00
	Oktober	6 9,00	0 3,29
	November	4 1,00	0 10,25
	December	3 7,00	0 10,17
1819.	Januar	4 8,00	....
	Februar	8 8,00	....
	März	7 3,00	1 6,0
	April	6 11,00	1 1,0
	Mai	4 7,00	0 0,5
	Juni	6 5,40	2 2,0
	Juli	8 3,01	1 3,0
	August	7 3,00	0 1,92
	September	5 1,50	1 4,33
	Oktober	4 4,08	0 0,66
	November	8 7,66	1 1,20
	December	8 9,42	....

Wol ließe sich einwenden, daß es bedenklich sein mögte, von einer örtlichen Regenmenge auf das Steigen und Sinken eines so mächtigen Stroms, wie der Rhein, schließen zu wollen. Hierbei ist aber zu erwägen, daß diese Örtlichkeit immer doch der Repräsentant eines gewissen Bezirkes ist, welcher den von der Verdunstung und dem sonstigen Verbrauch übrig gebliebenen Theil des empfangenen atmosphärischen Niederschlages an den Strom verausgabt.

Dieses vorausgesetzt, zeigt sich weder in der Düsseldorfer, noch in der Reeser Beobachtungsreihe eine Regelmäßigkeit im Parallelismus des Wasserstandes und der Regenmenge. Diese steigt bald, wenn jener fällt; bald fällt sie, wenn der Strom steigt; nur in den vier Monaten von 1824 findet bei Düsseldorf eine gewisse Beständigkeit in beiden Kurven Statt; hier nimmt man ein gleichzeitig erfolgendes Fallen und Steigen wahr. Die mitgetheilten Beobachtungen weisen folglich eine nur sehr geringe Abhangigkeit des Wasserstandes von der Regenmenge nach.

Erheben wir uns nun aber auf einen Standpunkt, von dem aus das ganze Rheingebiet übersehen werden kann, so wird es nicht am unrechten Orte sein, die Resultate der Regenmenge, nach Anleitung eines früheren Kapitels (I. Band, S. 279 ff.), zu wiederholen und sie so zu gruppiren, daß die innerhalb des Gebietes unseres Stroms liegenden Beobachtungs-Stationen ein Ganzes bilden, um den Gang kennen zu lernen, welchen das Regen-Quantum im Verhältniß zur Rheinwasserhöhe in jedem Zeitabschnitt des Jahres befolgt. Nachstehende Tafel enthält diese Zusammenstellung, in der die Regenmengen von Düsseldorf und Rees, weil die Beobachtungen nur einen kurzen Zeitraum umspannen, vereinigt worden sind; es scheint dies um so zulässiger zu sein, wenn man erwägt, daß beide Punkte in der großen Niederrheinischen Ebene liegen. Im Einzelnen erhält man die jährliche Regenmenge für Düsseldorf = $20''\ 6''',_5$; für Rees = $18''\ 8''',_1$ pariser Maaß.

Darstellung der im Stromgebiet des Rheins vorkommenden atmosphärischen Niederschläge, nach ihrem mittlern Werthe, verglichen mit den mittlern Rheinwasserhöhen am Pegel bei Köln.

Beobachtungsorte.	Jan.	Febr.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dec.	Winter.	Frühling.	Sommer.	Herbst	Jahr.
	'' '''	'' '''	'' '''	'' '''	'' '''	'' '''	'' '''	'' '''	'' '''	'' '''	'' '''	'' '''	'' '''	'' '''	'' '''	'' '''	'' '''
Bern . . .	2 0,8	4 2,5	2 4,0	2 5,4	3 10,5	5 4,7	4 1,4	5 8,0	3 2,1	4 7,6	2 7,3	2 9,1	9 0,4	9 7,9	15 2,7	13 5,0	43 3,4
Zürich . . .	2 1,8	2 8,8	2 4,6	2 9,0	2 5,6	3 4,1	3 11,7	3 4,8	2 4,1	3 7,8	1 4,2	1 7,6	6 6,2	7 7,2	10 8,6	7 4,1	32 2,1
Mühlhausen	2 0,3	1 11,1	1 3,3	3 3,1	2 11,7	3 2,4	1 9,5	3 1,4	1 9,2	2 3,6	3 3,3	1 5,9	5 5,3	7 6,1	8 1,3	7 4,1	28 4,8
Straßburg	1 3,2	1 4,4	1 6,2	1 5,9	3 0,4	3 0,1	3 2,8	2 5,7	2 7,6	1 11,2	2 1,7	1 5,6	4 1,2	6 0,5	8 8,6	6 8,5	25 6,8
Hagenau .	2 1,2	1 4,8	1 8,3	1 9,0	1 10,5	2 8,3	1 1,2	3 2,2	3 0,0	1 9,5	3 3,3	1 2,1	4 8,1	5 3,8	6 11,9	8 0,8	25 0,6
Metz . . .	2 0,9	1 8,0	1 5,2	2 8,8	2 9,0	1 9,0	2 0,7	2 2,6	3 2,5	1 8,6	3 6,7	2 1,3	5 10,4	6 10,5	6 0,3	8 5,8	27 3,0
Trier . . .	2 0,1	2 0,2	1 4,4	1 9,5	2 3,4	2 2,3	2 10,0	2 4,1	2 3,5	2 8,2	3 1,8	2 10,7	6 11,0	5 5,3	7 4,4	8 1,5	27 10,2
Koblenz . .	1 1,1	0 8,2	1 7,1	1 5,6	1 11,3	2 4,0	2 5,5	2 6,1	2 2,7	1 2,9	1 8,4	1 7,0	3 4,3	5 0,0	7 3,6	5 2,0	20 9,9
Tübingen .	1 2,5	0 10,8	1 4,5	1 3,1	2 5,8	3 1,8	3 2,7	3 1,9	2 2,5	1 10,3	1 8,2	1 4,7	3 6,0	5 1,4	9 6,4	5 9,0	23 10,8
Stuttgart	1 1,5	1 10,2	1 3,6	1 4,3	2 0,6	3 2,4	2 0,4	2 8,5	2 7,4	1 10,0	1 10,4	1 9,7	4 9,4	4 8,5	7 11,3	6 3,8	23 9,0
Karlsruhe .	1 5,0	1 8,0	1 9,4	1 7,2	2 2,2	2 4,0	2 11,8	2 4,2	2 1,2	1 11,8	2 1,9	2 2,3	5 3,3	5 6,8	7 8,0	6 2,9	24 9,0
Mannheim	1 6,4	1 0,8	1 3,9	1 9,7	1 10,1	2 6,5	2 3,6	2 0,2	2 0,5	1 10,3	1 5,3	1 3,0	3 10,2	4 11,7	6 10,1	5 4,1	21 0,1
Baireuth .	1 3,2	1 2,7	1 8,3	0 11,9	1 10,4	2 7,4	2 2,3	2 4,9	2 0,7	1 4,1	1 9,2	1 5,3	3 11,2	4 6,6	7 2,8	5 2,0	20 10,6
Würzburg	1 5,0	1 6,3	1 5,9	1 1,2	1 3,0	1 7,1	1 2,3	1 2,4	1 2,9	0 10,9	1 0,1	0 10,6	3 9,9	3 10,1	3 11,8	3 1,9	14 0,7
Düsseldorf u. Rees . . .	2 2,1	0 11,8	2 9,7	1 3,1	1 6,0	1 10,5	2 6,5	1 8,0	1 4,7	1 0,0	1 0,4	1 4,7	4 6,6	5 6,8	6 0,8	3 5,1	19 7,3
Mittel . .	1 7,3	1 8,2	1 8,3	1 9,6	2 3,3	2 8,9	2 6,4	2 8,4	2 3,4	2 0,6	2 0,8	1 8,5	5 0,0	5 9,4	7 11,9	6 4,8	25 2,1
Rheinhöhe bei Köln .	10' 2'',1	10' 5'',4	10' 5'',7	8' 9'',1	8' 7'',4	9' 2'',0	9' 7'',6	8' 8'',7	7' 10'',5	7' 3'',8	7' 7'',9	9' 9'',0	10' 1'',4	9' 3'',4	9' 2'',1	7' 7'',4	9' 0'',6

Regenmenge in den sechs Monaten vom 1. Nov. bis 30. April = 10'' 6''',7; vom 1. Mai bis 31. Okt. = 14'' 7''',4 pariser } Maaß.
Mittlere Höhe des Wasserstandes bei Köln . . . . 9' 6'',5; des Sommerwassers . . . . . 8' 6'',7 preuß. }

Die große Menge der in der vorstehenden Tabelle übersichtlich zusammengedrängten Erfahrungen berechtigt wol zu dem Schlusse, daß die mittlere Größe der Regenmenge, welche im Gebiete des Rheinstroms in jedem Monate und in jeder Jahreszeit fällt, mit großer Zuverlässigkeit bekannt geworden sei. Wir dürfen daher einer Vergleichung der Regenmenge mit dem Wasserstande des Rheins einiges Vertrauen schenken.

Das geringste Wasserquantum fällt im Januar; es steigt in den folgenden Monaten ununterbrochen und erreicht im Juni sein Maximum, auf dem es, mit einer geringen Depression, im Juli bis zum Ende des Monats August ziemlich stationär bleibt, — eine Folge der haüfig eintretenden Gewitterregen. Von da nimmt der Niederschlag gegen das Herbst-Äquinoctium ab, doch wenig, weil Abkühlung und Erwärmung der Atmosphäre langsam vor sich gehen, und sich in der wärmeren Atmosphäre des Nachsommers noch haüfig Gewitter einstellen, wodurch die monatliche Wassermenge sehr bedeütend bleibt; die Abnahme erfolgt so langsam, daß Oktober und November sich völlig gleich bleiben, und erst gegen das Winter-Solstitium eine merklichere Verminderung der Regenmenge eintritt, die bis zum Januar fortdauert. So hat die Kurve des Niederschlags, das Stromgebiet des Rheins als ein Ganzes betrachtet, ihren hohlen Scheitel im Januar, ihren erhabenen im Juni.

Anders gestaltet sich die Kurve der Rheinwasserhöhen bei Köln. Vom Januar an steigt sie bis zum März und erreicht hier ihr Maximum, dann fällt sie bis zum Mai, steigt abermals und gewinnt im Juli ein zweites Maximum, von dem aus sie zu ihrer kleinsten Ordinate im Oktober herabsinkt; darauf steigt sie, durch den November langsam, schnell im December nach dem Januar hinauf. Diese Kurve hat mithin zwei konkave und zwei konvexe Scheitel.

Beide Kurven zeigen in den einzelnen Monaten und Jahreszeiten keinen Parallelismus; die Rheinwasserhöhe steigt nicht mit dem zunehmenden Niederschlage, wir sehen im Gegentheil, daß mit der kleinsten Regenmenge im Winter der höchste Wasserstand korrespondirt; im Sommer findet der umgekehrte Fall Statt; beide Jahreszeiten verhalten sich so:

	Winter.	Sommer.	
	Regenmenge:	Regenmenge	= 5 : 8
	Wasserstand:	Wasserstand	= 12 : 11

Wir haben oben gesehen, daß während der Monate Mai, Juni, Juli und August (und unter diesen wiederum während des Juni), die Rheinwasserhöhe sich in ihrem Normalzustande befindet. Dasselbe Verhältniß hat auch bei der Regenmenge Statt. Ist das mittlere monatliche

Quantum des Niederschlags durch die Zahl $\frac{25'' \, 2''',_{1}}{12} = 2'' \, 7''',_{1}$ angegeben, so zeigt die Tabelle, daß der Juni nur $1''',_{8}$ davon abweicht; die mittlere Regenmenge der Monate Mai bis August ist aber $2'' \, 6''',_{8}$, mithin nur $0''',_{3}$ kleiner als das Durchschnittsquantum des ganzen Jahres. Man darf daher sagen, daß der atmosphärische Niederschlag unmittelbar nur während dieser vier Monate auf die Rheinwasserhöhe wirkt, in allen andern Zeitabschnitten des Jahres ist die Wirkung, wie wir weiter unten erörtern werden, eine mittelbare; und die Anschwellungen, welche der Rhein im Winter und im Monate März erfährt, sind hauptsächlich eine Folge des durch Eisstand und Eisgang verhinderten oder verzögerten Abflusses der Wassermasse.

Die am deütschen Niederrhein bestehenden Pegel scheinen im Lauf der Zeiten keine wesentliche Veränderung erlitten zu haben; der Pegel zu Rees nicht, weil er an einem sehr alten Thurm der Ringmauer der Stadt steht, der unveränderlich ist; er befindet sich nicht unmittelbar im Rhein, sondern in einem bedeckten Graben, der mit dem Strome kommunizirt. Dieser Pegel hat seit langer Zeit zur Richtschnur für Andere gedient, wenn von Wasserhöhen und Pegelständen am preüßischen Niederrhein die Rede war. Die Pegel zu Ruhrort, Wesel und Emmerich, welche an Hafenmauern stehen und daselbst durch eiserne Klammern befestigt sind, also bei Reparaturen dieser Mauern wol einer Änderung unterworfen sein konnten, scheinen nichts desto weniger in ihrer ältern Lage verblieben zu sein. Dasselbe gilt vom Pegel zu Düsseldorf, der von Eisen und in der Werft= (Futter=Kai) Mauer nahe bei der fliegenden Brücke vor dem Zollthore so eingelassen und befestigt ist, daß nur die größte Gewalt eine Änderung an demselben hervorbringen könnte. Der Pegel zu Arnheim ist in Stein gehauen und scheint ebenfalls noch seine ursprüngliche Lage zu haben; denn die Differenzen der Wasserstände an den sämmtlichen Pegeln bei ziemlich beharrendem Wasserstande des Rheins und der Nebenflüsse sind sich seit dreißig Jahren nahe gleich geblieben, wie aus der nachstehenden Zusammenstellung hervorgeht.

Vergleichende Übersicht der Rheinwasserhöhen an den Hauptpegeln des preuß. Niederrheins, bei einem Beharrungszustande des Stroms u. bei verschied. Wasserstande.

Zeit der Beobachtung.		Mittlere beobachtete Pegelhöhen.							Unterschiede der Höhen im Mittel.								
									Köln und		Düsseldorf und		Rees und				Emmerich und Wesel.
Jahr	Monat und Tage.	Köln.	Düsseldorf.	Ruhrort.	Wesel.	Rees.	Emmerich.	Arnheim.	Düsseldorf.	Rees.	Rees.	Emmerich.	Arnheim.	Emmerich.	Ruhrort.	Wesel.	
1791	April 1.—30.	7′ 2″	. . .	. . .	. . .	5′ 7″,5	6′ 1″,5	5′ 9″,6	. . .	1′ 6″,5 K +	. . .	. . .	0′ 2″,1 R —	0′ 6″,0 R —	. . .	. . .	. . .
1793	Sept. 6.—21.	. . .	. . .	. . .	. . .	2 6	. . .	2 8	. . .	. . .	. . .	. . .	0 2,0 R —	. . .	. . .	. . .	. . .
1804	Okt. 7.—12.	. . .	. . .	. . .	1′ 10″,7	2 6,1	. . .	2 4,7	. . .	. . .	. . .	. . .	0 1,4 R —	. . .	. . .	0′ 7″,4 R +	. . .
1805	Nov. 12.—17.	. . .	. . .	. . .	8 6	8 8,5	. . .	8 8,1	. . .	. . .	. . .	. . .	0 0,1 R —	. . .	. . .	0 2,5 R +	. . .
1806	Nov. 19.—24.	. . .	. . .	. . .	9 2,5	9 6,1	. . .	9 7	. . .	. . .	. . .	. . .	0 0,9 R —	. . .	. . .	0 3,6 R +	. . .
1815	Okt. 21.—25.	4 1,9	. . .	. . .	1 9,6	2	2 3,2	. . .	. . .	1 7,9 K +	. . .	. . .	. . .	0 2,8 R +	. . .	0 8,6 R +	0′ 5″,1 E +
1815	Nov. 13.—16.	4 4,7	. . .	3′ 9″,2	4 3	4 3,5	3 7,6	. . .	. . .	0 1,4 K +	. . .	. . .	. . .	0 7,9 R +	0 6,1 R +	0 11,5 R +	0 3,6 E +
1816	Juni 20.—24.	13 1,2	11′ 2″	11 8,6	10 8	11 7,2	11 5	. . .	1′ 11″,2 K +	1 6,0 K +	0′ 5″,2 D +	0′ 3″,0 D —	. . .	0 2,7 R +	0 1,4 R —	0 11,2 R +	0 9,0 E +
1818	März 14.—15.	16 4,5	16 7	17 4	16 5	17 1	16 9	. . .	0 2,5 K —	0 8,5 K —	0 6,0 D +	0 2,0 D —	. . .	0 4,0 R +	0 3,0 R —	0 8,0 R +	0 4,0 E +
1818	Juli 24.—27.	6 1	5 8	5 9,5	5 3	5 11	5 8	. . .	0 5,0 K +	0 2,0 K +	0 3,0 D —	0 0	. . .	0 3,0 R +	0 1,5 R +	0 8,0 R +	0 5,0 E +
1818	Aug. 21.—25.	6 3,2	5 10	5 8	5 3	5 11,6	5 8	. . .	0 5,2 K +	0 3,6 K +	0 1,6 D —	0 2,0 D +	. . .	0 3,6 R +	0 3,6 R +	0 8,6 R +	0 5,0 E +
1822	Nov. 9.—21.	3 8,6	3 3,6	2 10,5	2 4,6	2 11	3 2,5	. . .	0 5,0 K +	0 9,6 K +	0 4,6 D +	0 1,6 D +	. . .	0 3,5 R —	0 0,5 R +	0 6,4 R +	0 9,7 E +
1828	Sept. 4.—8.	9 5,6	9 0,5	9 3	8 5	8 11,6	8 5	. . .	0 5,1 K +	0 6,0 K +	0 0,9 D +	0 7,5 D +	. . .	0 6,6 R +	0 3,4 R —	0 6,6 R +	0 0,0 E +
1828	Nov. 1.—30.	4 10,1	4 4,5	3 11,2	3 4,5	3 11,6	3 10,9	. . .	0 5,6 K +	0 10,5 K +	0 4,9 D +	0 5,6 D +	. . .	0 0,7 R +	0 0,4 R +	0 7,1 R +	0 6,4 E +
1829	Juni 3.—7.	6 6,6	6 0,2	5 11,2	5 4,6	5 10	5 9,2	. . .	0 6,4 K +	0 8,6 K +	0 2,2 D +	0 3,0 D +	. . .	0 0,8 R +	0 1,2 R —	0 5,4 R +	0 4,8 E +
1829	Okt. 14.—16.	16 2,6	15 9	16 10	15 9	16 0	15 10	. . .	0 5,6 K +	0 2,6 K +	0 3,0 D —	0 1,0 D —	. . .	0 2,0 R +	0 10,0 R —	0 3,0 R +	0 1,0 E +
1831	Aug. 1.—5.	12 2	11 9,8	12 1	10 8	11 5,2	11 1,6	. . .	0 4,2 K +	0 8,8 K +	0 3,8 D +	0 7,4 D +	. . .	0 3,6 R +	0 7,8 R —	0 9,2 R +	0 5,6 E +
1833	März 19.—21.	7 5	7 0	7 1,4	6 1	6 1	6 9,4	. . .	0 5,0 K +	0 7,0 K +	0 2,0 D +	0 2,6 D +	. . .	0 0,6 R +	0 3,4 R —	0 9,0 R +	0 8,4 E +

Sucht man die wahrscheinlichsten Mittelwerthe dieser Tafel auf, so ist man im Stande, aus den Beobachtungen an einem Pegel die Wasserstände eines andern, an welchem während eines gegebenen Zeitabschnittes nicht beobachtet sein sollte, mit annähernder Genauigkeit zu bestimmen.

So fehlen in der Haupt-Wasserstands-Tabelle des Pegels bei Köln die mittlern Resultate für die Jahre 1794 und 1795 und die vollen Jahrgänge 1811 und 1812. Die Lücken lassen sich aus den korrespondirenden Beobachtungen in Emmerich, Rees und Düsseldorf und vermittelst der, für den Beharrungsstand des Stroms als die wahrscheinlichste sich ergebende Korrektion ergänzen. So findet sich, um das Jahrzehent von 1781 bis 1790 zu vervollständigen, nach den Beobachtungen am Emmericher Pegel der mittlere Wasserstand bei Köln für das Jahr 1781 = 10′ 11″,2, ferner für die Jahre 1794 und 1795 = 9′ 2″ und 11′ 3″, endlich für die Jahre 1811 und 1812, berechnet aus den gleichzeitigen Beobachtungen in Düsseldorf, Rees und Emmerich, im Mittel = 8′ 9″,8 und 9′ 8″,9. Diese Ergänzung ist nothwendig, wenn man sich mit der Frage beschäftigt, wie das Verhalten des Rheinstroms in größern Perioden gewesen sei, ob der Wasserstand sich gleich geblieben, oder ob er sich verändert habe. Die Elemente zur Beantwortung dieser Frage sind in der nachstehenden Tafel enthalten: —

Zustand des deütschen Niederrheins in sieben Perioden von 1771 bis 1835.

Periode.	Dauer.	Mittlerer Jahres-Wasserstand am Pegel bei			
		Köln.	Düsseldorf.	Rees.	Emmerich.
Von 1771 bis 1780	10 Jahre	. . .	. . . .	. . .	10′ 11″,6
1781 „ 1790	10 „	9′ 5″,3	. . . .	. . .	9 11,6
1791 „ 1800	10 „	9 1,6	. . . .	. . .	9 3,2
1801 „ 1810	10 „	9 9,4	. . . .	. . .	9 9,0
1811 „ 1820	10 „	9 0,5	8′ 7″,2	9′ 3″,1	8 9,3
1821 „ 1830	10 „	9 1,4	. . . .	9 4,7	8 9,3
1831 „ 1835	5 „	8 5,7	. . . .	7 7,7	7 8,0

Das Jahrzehent von 1771 bis 1780 muß ein sehr schnee- und regenreiches gewesen sein, denn nicht allein der Rhein hatte in demselben seinen höchsten Wasserstand, sondern auch die Elbe — im Verlauf eines ganzen Jahrhunderts. Es scheint daher, daß man diese Periode ausschließen

müsse, wenn es sich um die Bestimmung handelt, ob der Wasserstand des Rheins eine Veränderung erlitten hat.

In dem halben Jahrhundert von 1781 bis 1830 war die mittlere Stromhöhe am Pegel bei

Köln . . . 9′ 3″,$_{6}$
Emmerich . 9 3,$_{7}$

Vergleicht man damit die Stände innerhalb der einzelnen Perioden, so zeigt es sich, daß sie bei Köln nur um eine geringe Größe von diesem Mittelwerthe abwichen; die größte Differenz kam im Jahrzehent von 1801 bis 1810 vor, sie betrug + 5″,$_{8}$; überdem fluktuirten die Perioden bald fallend, bald steigend. Größer sind die Schwankungen bei Emmerich*) gewesen; der Unterschied des halbjahrhundertjährigen Mittelstandes und des höchsten Standes (1781 bis 1790) war + 7″,$_{9}$, des niedrigsten Standes (1811 — 1830) — 6″,$_{4}$. Faßt man aber beide Beobachtungsstationen zusammen, so scheint der Schluß: — der Rheinstrom habe in dem jüngst verflossenen halben Jahrhundert (zwischen 1781 und 1830) eine ziemlich regelmäßige und konstante Wasserhöhe gehabt, und diese sei nur verhältnißmäßig geringen Veränderungen unterworfen gewesen, — kaum einer Rechtfertigung zu bedürfen. Dieses Resultat (mühseligster und zeitraubendster Rechnungen und Untersuchungen) ließ sich wol von einem Strome erwarten, der von den nie versiegenden Quellen der Schnee- und Eismassen des Alpengebirgs gespeist wird. Um so auffallender ist es daher, daß in dem fünfjährigen Zeitraum von 1831 bis 1835 der Rheinspiegel eine so bedeütende Depression erlitten hat, die insbesondere auf die Jahre 1832, 1834 und 1835 fällt. Ein Wasserstand wie der von 1832 ist im Rhein seit 1770 nie vorgekommen; er war bei Emmerich 10′ unter dem des zuletzt genannten Jahres. Ein Blick in die Haupt-Wasserstands-Tabellen und die Tabellen der höchsten und niedrigsten Stände lehrt, daß in dem Jahre 1832 die gewöhnlichen Fluthen ganz ausgeblieben sind, woraus man schließen darf, daß in dem vorangegangenen Winter innerhalb des Rheingebiets nur wenig Schnee, und im Lauf des Sommers nur wenig Regen gefallen sei. Dem ist in der That so gewesen, und zwar nicht blos im Gebiet des Rheinstroms, sondern in einem großen Theil von Mitteleüropa; die Einsicht vieler meteorologischen Journale zeigt dies unverkennbar.

---

*) Es rührt ohne Zweifel von den unterhalb Köln mündenden Zuflüssen des Rheinstroms her.

Kehren wir am Schluß dieser Untersuchungen zu dem Wasservolumen des Rheins zurück, so möge es versucht werden, die Regenmenge, welche das Gebiet unseres Stroms empfängt, mit der Ausgabe zu vergleichen.

Setzt man den Flächeninhalt des Rheinbeckens bis zum Scheidungspunkte = 3310 deütschen Geviertmeilen, so ergiebt sich, wenn die oben gefundene mittlere Höhe der atmosphärischen Niederschläge (25″ 2‴,$_1$ oder 2,$_{097}$ Fuß auf einem Quadratfuß jährlich) zum Grunde gelegt wird, das Quantum Wassers, welches im ganzen Gebiete innerhalb einer Zeitsekunde fällt, = 3342 Kubikmeter. Die Ausgabe durch den Bylandschen Kanal beträgt aber nur 1983 Kubikmeter, bei einem Wasserstande von 8′ 3″ am Pegel zu Emmerich (neüer Nullpunkt).

Nun aber haben wir gesehen, daß der mittlere Wasserstand bei Emmerich in dem halben Jahrhundert von 1781 bis 1830 = 9′ 3″,$_7$ gewesen und derselbe als ein normalmäßiger, als die natürliche Höhe des Rheins zu betrachten ist. Dadurch verändern sich alle Verhältnisse: mit dem höhern Wasserstande wächst die Geschwindigkeit, es nimmt die Breite des Profils zu, folglich auch die Wassermenge, welche der Strom innerhalb einer bestimmten Zeit durch das Profil ausschüttet. Werden alle diese Umstände berücksichtigt, so läßt sich das Volumen Wasser, welches in jeder Zeitsekunde durch den Bylandschen Kanal abgeführt wird, auf mindestens 2600 Kubikmeter schätzen, und es verhält sich mithin die Ausgabe zur Einnahme nahe wie 1 : 1$^1/_3$. Die Mehreinnahme beträgt ungefähr 740 Kubikmeter, d. i.: den vierten Theil der ganzen Einnahme; dieser Überschuß wird theils zum vegetabilischen und animalischen Leben verbraucht, theils kehrt er auf dem Wege der Evaporation in die Atmosphäre zurück, um den unaufhörlichen Kreislauf der hydro-meteorologischen Erscheinungen von Neüem zu beginnen. Auf den Ertrag, welchen der Rhein aus dem jährlich sich erneüernden Abschmelzen der Glätscher bezieht, ist bei der Verausgabung nicht Rücksicht genommen worden. Zur Veranschlagung dieses Ertrages fehlen alle Data, wenn er überhaupt mächtig genug ist, um bis zum Unterrhein zu gelangen! —

Ein und dreißigstes Kapitel.

Hydrometrische Angaben für die Seine, die Weser und die Elbe. Hydro-historische Übersicht vom Zustande des Elbstroms während eines hundert und achtzigjährigen Zeitraums von 1728 bis 1836; und von der Oder in dem Zeitraume von 1778 bis 1836. Hieraus wird der mittlere Gang beider Ströme abgeleitet und zugleich nachgewiesen, daß in ihnen eine Wasserverminderung Statt findet. Kronologische Übersicht vom Eisstande in der Newa bei St. Petersburg in den 116 Jahren von 1718 bis 1834.

Die Seine.

Es ist bereits früher erwähnt worden, daß Mariotte es versucht habe, die Wassermenge zu bestimmen, welche in einem bestimmten Zeitraume von der Seine abgeführt wird. Er fand, daß dieser Fluß in jedem Jahre nur den sechsten Theil von der Wassermenge ins Meer trage, welche auf der ganzen Fläche seines Gebietes in Gestalt von Regen, Schnee und Thau niedergeschlagen wird. Die andern fünf Sechstheile sollten sich entweder verdunsten, um die Wolken zu bilden, oder in die Erdrinde eindringen, wo die Pflanzen ihre Nahrung finden, oder durch die Felsspalten bis zu den innern Wasserbehältern sickern, von denen aus die Quellen entspringen. Mariotte's Rechnung ist ganz neüerlich nach genauern Grundlagen von Dausse wiederholt worden. Folgendes sind, nach Arago, die Hauptangaben dieser Untersuchung:

Schließt man das Becken der Seine bei Paris, wo die hydrometrischen Beobachtungen gemacht worden sind, so hat es einen Flächeninhalt von 788 deütschen Quadratmeilen (4.327.000 Hectaren). Das Wasser, welches in diesem Gebiete niederschlägt, würde, wenn es nicht verdunstete, wenn es nicht in den Boden eindränge, und wenn dieser überall wagerecht wäre, auf demselben nach Verlauf eines Jahres eine flüssige Schicht von $0^m,_{53}$ oder $19'' \; 6''',_9$ pariser Maaß Höhe bilden. Diese Schicht würde ein Volumen Wasser ausmachen, das aus 22,933 Millionen Kubikmeters bestände. Nun aber schüttet die Seine bei mittlerem Wasserstande am Pont de Revolution in Paris folgende Wassermengen aus: —

In 1 Sekunde	255		Kubikmeter.
In 1 Tage	22	Millionen	Kubikmeter.
In 1 Jahre	8042	—	Kubikmeter.

Die letztere Zahl verhält sich zur jährlichen Regenmenge im Seine-Gebiet = 100 : 285, oder fast = 1 : 3. Mithin ist das Wasser-Volumen, welches jährlich unter den Pariser Brücken vorüberfließt, noch nicht der dritte Theil des atmosphärischen Niederschlags im Gebiet des Flusses. Zwei Drittel dieses Niederschlags kehren durch Verdunstung theils in die Atmosphäre zurück, theils unterhalten sie die Vegetation und das animalische Leben, oder fließen durch unterirdische Verbindungskanäle ins Meer ab.

Vergleicht man den Oberrhein (bis Basel) mit der Seine (bis Paris), so verhalten sich ihre Gebiete = 1 : 1,2; die Wassermengen aber, welche bei Basel und bei Paris abgeführt werden, = 3,4 : 1; mithin regnet es in der Schweiz fast 3 Mal mehr, als im Gebiet der Seine, wobei natürlich der Mehrbetrag, welcher aus der Schnee- und Glätscherschmelze entspringt, nicht in Rechnung genommen ist.

Das Volumen der Seine in Paris betrug in 1 Zeitsekunde:

	Kubikmeter.
Beim niedrigsten Wasserstande, der jemals beobachtet worden ist (1767 und 1803)	75
Bei einem mittlern niedrigen Wasserstand	111
Beim mittlern Wasserstande	255
Beim hohen Wasserstande vom 3. Januar 1803	1141
Bei der höchsten bekannten Überschwemmung (im Jahr 1615) .	1400

Mithin rollte die Seine bei diesem höchsten Stande von 1615 eine fast zwanzig Mal größere Wassermasse, als bei dem niedrigsten Wasserstande der Jahre 1767 und 1803.

Die Weser.

Nach den sehr sorgfältigen Versuchen, welche Funk und Schwarz an mehreren Punkten der Weser während ihres Laufes durch das Fürstenthum Minden angestellt haben, ergeben sich für diejenige Stelle, welche unterhalb der Mündung der Gehle liegt, bei verschiedenen Wasserständen unter und über einem als normal angenommenen Wasserstande folgende Werthe in preüßischem oder rheinländischem Maaß.

	I.	II.	III.	IV.	
Wasserstand	— 0,40	+ 0,04	+ 3,33	+ 10,53	Fuß.
Länge des Profils	302	284,2	400	573	"
Mittlere Tiefe	4,910	2,797	7,049	12,94	"
Perimeter	306,7	284,7	401,9	575	"
Profilfläche	1483,8	1079	2819,7	7415	Q. "
Mittl. Geschwindigkeit in 1 Sek.	1,241	2,307	3,223	4,516	"
Wassermenge in 1 Sekunde .	1840	2489	9088	33488	Kub."

Die Beobachtungen für I. sind nicht genau an derselben Stelle gemacht worden, wo II., III. und IV. Statt fanden, doch fällt sie immer so, daß alle drei Messungen füglicher Weise mit einander verglichen werden können. Bleiben wir nun bei III. stehen, weil die Resultate dieser Wahrnehmungen dem mittlern Wasserstande am meisten zu entsprechen scheinen, indem die Weser an jener Stelle alsdann eine Tiefe von 5,3 Fuß hat, so ergiebt sich das Volumen der Weser an dieser Stelle, welche unfern der preüßisch-hannoverschen Gränze liegt: —

In 1 Sekunde . . .	280.96	Kubikmeters.
In 1 Tage	24.275.203	
In 1 Jahre . . .	8860.449.168	

Müller setzt den Flächeninhalt des Wesergebiets bis zur Mündung der Aller = 418 deütsche Quadratmeilen. Da diese Mündung noch eine Strecke unterhalb jener Stelle liegt, wo die hydrometrischen Beobachtungen gemacht wurden, so läßt sich das Flußgebiet bis dahin vielleicht zu 380 Quadratmeilen annehmen. Hiernach würde sich das Wesergebiet zum Seinegebiet (bis Paris) nahe = 1 : 2 verhalten; die Wassermengen in beiden verhalten sich aber ungefähr = 9 : 8, mithin führt die Weser etwa noch ein Mal so viel Wasser, als die Seine, was ohne Zweifel daher rührt, daß die Seine auf ihrem Wege einen großen Theil ihres Wassers einbüßt, indem sie ihr Bette während eines ansehnlichen Theils ihres Laufes in ziemlich höhlenreichen Kalkstein eingeschnitten hat, was bei der Weser nicht der Fall ist.

Die Elbe.

Herr Lohrmann hat die Resultate der hydrometrischen Wahrnehmungen bekannt gemacht, welche der Wasserbaudirektor Kunze in der Elbe während ihres Laufes durch das Königreich Sachsen an vier Punkten angestellt hat. Unter diesen Profilen ist aber nur ein einziges als ein Normalprofil zu betrachten, dasjenige nämlich, welches unterhalb Dresden

zwischen dem Zadler Elbheeger und dem Zessenhause liegt. Für dieses sind die Angaben, beim mittlern Wasserstande, der dem Nullpunkte des Pegels an der Dresdner Brücke entspricht, folgende: —

	Dresdner Maaß.	Meter Maaß.
Breite des Profils	640 Fuß.	$171^{m},_{81}$
Mittlere Tiefe	$6,_{94}$ „	$1,_{959}$
Mittl. Geschwindigkeit in 1 Sek.	$2,_{59}$ „	$0,_{7313}$
Volumen in 1 Sekunde . . .	$11503,_{75}$ Kub.-F.	$246,_{28}$ Kub.-M.
„ in 1 Tage		21.278.000 „
„ in 1 Jahre		7.766.700.000 „

Da die Elbe, nach Müller, bis an die böhmisch-sächsische Gränze ein Flußgebiet von 1093 deütschen Quadratmeilen hat, so kann das Areal desselben bis an den Punkt, wo die hydrometrischen Versuche durch Kunze gemacht wurden, auf mindestens 1120 Geviertmeilen angeschlagen werden. Nun aber steht dieser Flächenraum und die dazu gehörige Wassermenge, welche von der Elbe abgeführt wird, durchaus nicht im Verhältniß zu den analogen Zahlen der Seine und Weser, so daß hier irgendwo ein Irrthum obwalten muß *).

Im Unterlauf der Elbe sind in neüerer Zeit ähnliche hydrometrische Messungen nicht angestellt worden. Aus älterer Zeit findet sich bei Müller folgende hierher gehörige Notiz: — Die Elbe fließt ober- und unterhalb Magdeburg in einer Sekunde beim höchsten Wasser 3, beim Mittelwasser 2 und bei kleinem 1½ Fuß. Ihre Normalbreite ist daselbst 80 Ruthen oder 960 Fuß, und die Konsumtion bei vollen Ufern 38,800 Kubikfuß in der Sekunde. Da hier rheinländisches oder preüßisches Maaß gemeint ist, so verwandelt sich die zuletzt angeführte Größe in 1330 Kubikmeter.

*) Nach den weiter unten anzuführenden Beobachtungen über das Quantum des atmosphärischen Niederschlags im Königreich Sachsen darf man die, im Gebiet der obern Elbe (bis Dresden) auf einen Quadratfuß jährlich fallende Regenmenge vielleicht zu 23 bis 24 Zoll annehmen. Dieses würde das Volumen des bei Dresden in einer Sekunde vorüberfließenden Wassers auf mehr als 1400 Kubikmeter bringen (genau $1403,_{5}$). Hierbei ist natürlich auf die Verdunstung und auf den Verbrauch der Vegetation und zur Unterhaltung des animalischen Lebens nicht Rücksicht genommen. Die gefundene Größe ist also offenbar zu groß, die wirklich beobachtete scheint aber zu klein zu sein. Der Rhein bei Basel schüttet im Durchschnitt etwa 890 Kubikmeter in der Sekunde; freilich führt er die wasserreichen Alpenströme ab, aber sein Gebiet (bis Basel) verhält sich auch zum Gebiet der Elbe (bis Dresden) ungefähr wie 1 zu $1,_{7}$. Vorausgesetzt, der Rhein sei drei Mal wasserreicher als die Elbe, so würde diese bei Dresden doch 500 Kubikmeter in der Sekunde schütten.

Wir wenden uns zu der schon oben angekündigten Arbeit über den Wasserstand der Elbe, die aus den Original-Beobachtungs-Tabellen geschöpft worden ist; sie giebt eine, der Geschichte des Rheinstroms analoge, sehr ausführliche

Hydro-historische Übersicht vom Zustande des Elbstroms innerhalb eines hundert und achtjährigen Zeitraums von 1728 bis 1836, nach den Beobachtungen am Magdeburger Pegel.

Bei Magdeburg ist an drei Pegeln beobachtet worden, die man nach den Benennungen: alter und neüer Pegel unterscheidet. Der alte Pegel steht an einem Pfeiler der Strombrücke im linken Elbarm und ist oberhalb des Nullpunktes in Nummern, jede zu 6 Hamburger Zoll, und unterhalb des Nullpunkts nach Zollen desselben Maaßes eingetheilt. Wann dieser Pegel errichtet worden, hat sich nicht ermitteln lassen. Die vorhandenen Beobachtungen an demselben reichen aber bis zum Jahre 1727 hinauf. Am 28. November 1816 wurde ein neüer Hauptpegel in der Elbe gesetzt. In der darüber aufgenommenen Verhandlung heißt es: Um den instruktionsmäßigen Bestimmungen möglichst nahe zu kommen, konnte in der Nähe von Magdeburg kein schicklicherer Platz für den Hauptpegel ausgemittelt werden, als an der linkseitigen untern Ecke der ehemaligen Rathsmühle *) unterhalb der Strombrücke.

Der Hauptpegel steht hier sicher gegen alle mögliche Beschädigungen, die durch Hochwasser oder Eisgang herbeigeführt werden könnten, und wird stets von ruhig fließendem Wasser bespült, so daß die jedesmalige Wasserhöhe genau beobachtet werden kann.

Zu größerer Sicherheit ist in dem Quaderrevetement der Fundamentmauer ein Falz eingehauen, und der aus einstämmigem Eichenholz angefertigte, achtzehn Zoll breite, sechs Zoll starke Maaßstab auf seine ganze Länge und Stärke in die Mauer eingelassen und mittelst eingegossenen Eisenklammern befestigt.

Der Maaßstab ist nach preüßischem Duodecimalmaaß in Fuß und Zolle getheilt, und es sind die einzelnen Abtheilungen im Holze selbst, so wie durch schwarze und weiße Farbe bemerkbar gemacht.

Der Nullpunkt des neüen Pegels ist genau 7 Fuß unter dem Nullpunkt des alten Pegels an der Strombrücke gelegt. Da nun nach alten (bis zum Jahre 1816) bekannten Wasserstands-Beobachtungen das kleinste

*) In diesem Gebaüde befindet sich gegenwärtig eine Dampfmaschine zum Heben des Wassers aus der Elbe.

Digitized by Google

Digitized by Google

Wasser nur 5 Fuß unter Null des alten Pegels stand, so ist anzunehmen, daß der Nullpunkt des neüen Pegels 2 Fuß unter dem allerkleinsten Wasserstande liegt. Es wird hierbei noch bemerkt, daß die 25 Nummern, in welche der alte Pegel über seinem Nullpunkt eingetheilt ist, genau eine Höhe von $11,_5$ Fuß haben; folglich enthält eine Nummer $0,_{46}$ Fuß oder $5,_{52}$ Zoll preüßisches Maaß.

Als feste Punkte sind bemerkt und genau nivellirt worden:

1) Der Sockel des ersten massiven Brückenpfeilers 4 Zoll 7 Linien über Nr. 7 des neüen und über dem Nullpunkt des alten Marqueurs.
2) Der Sockel der ehemaligen Rathsmühle in der Nähe des neüen Marqueurs 5 Zoll 9 Linien unter seiner Nr. 4.
3) Die Pliete der Rathsmühle an derselben Stelle 1 Zoll 1½ Linien über Nr. 16 des neüen Pegels.

An diesem neüen Pegel begannen die Wasserstands-Beobachtungen am 1. Januar 1817. Bei Anlage der neüen Futtermauer an der Citadelle im Jahr 1822 wurde jedoch dieser an der ehemaligen Rathsmühle angebrachte Pegel nach der gedachten Quaimauer transferirt und drei Ruthen unterhalb der Brücke angebracht.

Da indeß bei dieser Übertragung der Nullpunkt des Pegels mit dem der Rathsmühle in gleicher Horizontal-Ebene gelegt und derselbe überhaupt ganz auf dieselbe Weise eingerichtet ist, so sind die an demselben angestellten Beobachtungen so anzusehen, als wären sie an dem Pegel der Rathsmühle gemacht worden. In dem nebenstehenden Haupt-Wasserstands-Tableau, so wie in allen nachfolgenden Übersichten des Magdeburger Elbstandes sind die Beobachtungen des alten Pegels, welche bis zum 31. December 1816 herabgehen, auf den Nullpunkt des neüen Pegels und auf preüßisches Maaß reducirt.

Die große Masse von Thatsachen, welche in der nebenstehenden Haupt-Wasserstands-Tabelle (Nr. 5.) zusammengedrängt ist, giebt sehr lehrreiche Aufschlüsse über die Hydrogeschichte eines Stroms, welcher für Deütschland von der größten Wichtigkeit ist; denn er bildet für die mittleren Gegenden unseres Vaterlandes die große Wasserstraße, auf welcher der Binnen- sowohl als auswärtige Handel den lebhaftesten Verkehr betreibt.

Diese in Zahlen ausgedrückten Thatsachen erlangen aber erst dann ihre vollständige Geltung und treten vor die lebendige Anschauung, wenn, wie es schon beim Rheinstrom geschah, die verschiedenen Hydro-Phänomene gruppiret und aus der langen Reihe der Wahrnehmungen der Mittelwerth und die aüßersten oder Gränzwerthe jeder einzelnen Erscheinung aufgesucht werden. Diese abermals sehr weitlaüfige Rechnungen erhei-

schende Untersuchung wird uns in den unten folgenden Tableaus beschäftigen, aus denen wir leider die Überzeugung gewinnen werden, daß der Elbe die Gefahr droht, allmälig, und vielleicht bald, aus der Reihe der schiffbaren Ströme zu verschwinden, ein Ereigniß, dessen Folgen in seinen Ursachen wie in seinen Wirkungen für die Wohlfahrt der Bewohner des Stromgebietes und aller benachbarten Landschaften gar nicht zu übersehen sind.

Allgemeine Übersicht des Zustandes der Elbe bei Magdeburg, innerhalb des Jahrhunderts von 1731 bis 1830.

Monate und Jahreszeiten.	Mittl. Wasserstand.	Das niedrigste Wasser des Jahres: ist vorgekommen im Jahrh.	ein Mal in	betrug im Minimum		Das höchste Wasser des Jahres: ist vorgekommen im Jahrh.	ein Mal in	betrug im Maximum		Unterschied zwischen d. höchsten und niedrigsten Wasserstande.	Der Strom ist aus seinen Ufern getreten im Jahrh.	ein Mal in
Januar . . .	8' 5'',68	13 Mal	7 3/4 J.	1' 8 1/2	1819	15 Mal	6 2/3 J.	17' 4''	1820	15' 7 1/2''	18 Mal	5 1/2 Jahr.
Februar . . .	9 4,45	4	25	2 9 1/3	1812	17	6	17 4	1809	14 6 2/3	41	2 1/2
März	10 5,47	1	100	4 0	1821	31	3 1/4	17 7	1814	13 7	50	2
April	10 3,45	0	0	. . .	. . .	14	7	17 9 3/4	1785	. . . .	38	2 2/3
Mai	8 6,76	0	0	. . .	. . .	1	100	12 5	1826	. . . .	13	7 3/4
Juni	7 4,55	8	12 1/2	3 3	1815	3	33 1/3	15 11 1/2	1735	12 8 1/2	10	10
Juli	7 1,53	10	10	2 7 1/2	1813	6	16 2/3	17 0 1/2	1771	14 5	8	12 1/2
August . . .	6 8,13	20	5	2 6	1820	3	33 1/3	15 10 3/4	1752	13 4 3/4	6	16 2/3
September .	6 5,67	15	6 2/3	1 11 1/4	1811	2	50	15 6	1786	13 6 3/4	3	33 1/3
Oktober . . .	6 8,45	4	25	3 7	1802	0	0	. . .	. . .	. . . .	2	50
November . .	6 11,71	9	11	3 1	1814	0	0	. . .	. . .	. . . .	4	25
December . .	7 11,68	19	5 1/4	1 4	1813	11	9	16 8	1769	15 4	14	7
Schifffahrts-Jahreszeiten.												
Winterwasser	8 11,69	46	2,17	1 4	Dec. 1818	88	1,43	17 9 3/4	Apr. 1785	16 5 3/4	165	3,65 Monat
Sommerwasser	7 1,89	57	1,75	1 11 1/4	Sept. 1811	15	6,66	17 0 1/2	Juli 1771	15 1 1/4	42	2,38 Jahr.
Meteorolog. Jahreszeiten.												
Winter . . .	8 7,26	36	2,77	1 4	Dec. 1818	43	2,32	17 4	Feb. 1809 / Jan. 1820	16 0	73	1,37
Frühling . .	9 9,21	1	100	4 0	März 1821	46	2,17	17 9 3/4	Apr. 1785	13 9 3/4	101	jedem Jahr
Sommer . .	7 0,65	38	2,65	2 6	Aug. 1820	12	8,33	17 0 1/2	Juli 1771	14 6 1/2	24	5
Herbst . . .	6 8,60	28	3,57	1 11 1/4	Sept. 1811	2	50	15 6	Sept. 1786	13 6 3/4	9	11
Ganzes Jahr	8 0,15	. . .	. . .	1 4	Dec. 1818	. . .	. . .	17 9 3/4	Apr. 1785	16 5 3/4	9	1,26

Bevor wir zu den allgemeinen Folgerungen übergehen, welche, in Worten ausgedrückt, aus der vorstehenden Übersicht abgeleitet werden können, möge zunächst eine kurze Notiz über die absolute Höhe des Elb-Pegels und über das Verhalten der Stromverzweigung bei Magdeburg eingeschaltet werden.

Die Höhe über der Meeresfläche des Nullpunktes vom neüen Elb-Pegel ergiebt sich durch folgende Berechnung der geodätisch-barometrischen Operationen, welche die Majore von Oesfeld und Hänel von Cronenthal und ich in den Jahren 1818 und 1820 ausgeführt haben:

Trigonometrisch bestimmmter Höhen-Unterschied zwischen dem Centrum des Reichenbach'schen Repetitions-Theodoliten auf dem nördlichen Thurm des Magdeburger Doms und dem Dachforst des Brockenhauses	512′,3833
Die Höhe des Dachforstes des Brockenhauses über dem natürlichen Boden des Berggipfels	— 4,1221
Der Theodolit ist über dem Nullpunkt des neüen Elb-Pegels bei Magdeburg	+ 58,9430
1) Nullpunkt des neüen Pegels unter dem Brockengipfel .	567,2042
2) Derselbe Höhenunterschied beträgt nach 365 genau korrespondirenden Barometer-Beobachtungen, welche an 44 Tagen angestellt wurden	567,2482
Mittel .	567,2262
Der Brockengipfel ist nach Gauß geodätischem Nivellement (bei Gelegenheit der hannover'schen Gradmessung ausgeführt) über dem Spiegel der Nordsee	584,7160
Mithin steht der Nullpunkt des neüen Elb-Pegels bei Magdeburg über dem Meere	17′,4898

oder 104,94 pariser Fuß = 108 Fuß 7,34 Zoll preüß. Maaß.

Die Elbe theilt sich oberhalb Magdeburg in drei Arme, von denen nur der linke nahe an der Stadt dem Wasser einen freien Abfluß gewährt, wenn gleich die Haupt- (oder sogenannte Strom-) Brücke und ein Mühlendamm ihn früher einigermaßen einengte und das Wasser oberhalb etwas aufstaute, der mittlere dagegen zur Bequemlichkeit der Schiffahrt mit einer Schiffsschleüse versehen ist, und der rechte Arm bei der Thurmschanze, oder Friedrichsstadt, mit einem Überfall von Faschinen für das gewöhnliche Sommerwasser verschlossen war. Im November 1806 haben jedoch die französischen Truppen diesen Überfall durchgestochen, und erst im Jahre 1818 ist derselbe wieder hergestellt worden, so daß sich der Strom in dem zwölfjährigen Zeitraume von 1806 bis 1818 bei jedem

Wasserstande in den rechten und linken Arm theilte, und der Aufstau vor der Strombrücke in dem letztern, also da, wo der Pegel sich befindet, beim niedrigen Stande der Elbe nicht mehr so beträchtlich sein konnte, als ehedem. Im Ganzen genommen scheint dieses Verhältniß jedoch keinen wesentlichen Einfluß ausgeübt zu haben, so daß wir demnach in der Haupt=Resultaten=Tabelle keine weitere Rücksicht darauf genommen haben.

Die allgemeinen Folgerungen, welche aus dieser Tabelle abgeleitet werden können, lassen sich auf nachstehende Weise ausdrücken:

Der mittlere Wasserstand

ist am höchsten im Monat März, am niedrigsten im Monat September; der Unterschied beträgt 3′ 11″,$_{8}$.

Das Winterwasser übertrifft das Sommerwasser um 1′ 9″,$_{79}$.

Den meteorologischen Jahreszeiten nach bringt der Frühling den höchsten, der Herbst den niedrigsten mittlern Wasserstand, die Differenz zwischen beiden Jahreszeiten ist 3′ 0″,$_{61}$. Von allen Jahreszeiten kommt der mittlere Winterstand dem mittlern Jahresstande am nächsten. Winter und Sommer zusammen genommen weichen vom Jahresstande nur 2″,$_{32}$ ab; um so viel ist der Wasserstand der entgegengesetzten Jahreszeiten niedriger.

Das niedrigste Wasser

kommt am haüfigsten vor: im Monat August, alle fünf Jahre ist darauf zu rechnen; im Schifffahrts=Sommer, wo es alle 1 bis 2, und im meteorologischen Sommer, wo es alle zwei bis drei Jahre erwartet werden kann. Am seltensten ereignet es sich im März und im meteorologischen Frühling; in beiden Fällen ist es innerhalb des Jahrhunderts nur ein Mal vorgekommen; dagegen nie in den Monaten April und Mai.

Der Größe nach fiel das absolute Minimum in den Monat December, folglich in den Schifffahrts= und meteorologischen Winter; es betrug 1′ 4″, war mithin 6′ 7″,$_{68}$ unter den mittleren Decemberstand, 7′ 7″,$_{68}$ unter den mittlern Stand des Winterwassers und 7′ 3″,$_{26}$ unter den mittlern meteorologischen Winterstand, so wie 6′ 8″,$_{15}$ unter den mittlern Jahresstand herabgesunken.

Das höchste Wasser

ereignet sich am haüfigsten im Monat März, so daß es alle drei bis vier Jahre in diesem Monate zu erwarten steht. Fast in jedem Jahre kommt es im Schifffahrts=Winter und im meteorologischen Frühling vor. Am seltensten tritt es im Monat Mai und im Herbst ein: in jenem alle

Digitized by Google

hundert Jahre, in diesem alle fünfzig Jahre nur ein Mal. In den Monaten Oktober und November hat das Maximum der jährlichen Wasserfluth nie Statt gefunden.

Das absolute Maximum trat aber nicht im März, sondern im April, d. i.: am Schluß des Schifffahrts-Winters und im ersten Drittel des meteorologischen Frühlings ein; es belief sich auf 17′ $9^3/_4$″ und war folglich 7′ 6″,$_{32}$ über den Mittelstand seines Monats, 8′ 10″,$_{07}$ über das mittlere Winterwasser, 8′ 0″,$_{54}$ über den Frühlings-Mittelstand und 9′ 9″,$_{32}$ über den mittlern Wasserstand des Jahres hinaufgegangen.

Aus der Übersichts-Tabelle ergiebt sich, daß innerhalb des Jahrhunderts von 1731 bis 1830 der Unterschied zwischen dem niedrigsten und höchsten Wasser 16′ $5^3/_4$″ betrug. Jenes ereignete sich am 22. December 1818, dieses am 23. April 1785 *); zwischen beiden liegt ein Zeitraum von $33^2/_3$ Jahren.

Alle diese Thatsachen beziehen sich auf das volle Jahrhundert, welches mit 1830 endigt. Geht man über diesen Zeitraum hinaus, so findet sich, nach den über den Elb-Pegel bei Magdeburg vorhandenen Nachrichten, der absolut niedrigste Stand den 3. Januar 1833 mit 1′ 0″ unter dem Nullpunkte; das Wasser war 70″ unter dem Roste der Futtermauer an der Citadelle. Das Eis kam an diesem Tage zum Stehen und hatte sich oberhalb der Strombrücke und weiter aufwärts so zusammengeschoben, daß der Abfluß fast gänzlich gehemmt war und ein sehr bedeütender Aufstau in der Elbe oberhalb Magdeburg erfolgte **). Das allergrößte Hochwasser, von dem man Kenntniß hat, fand im siebenzehnten Jahrhundert Statt; nach einer Notiz, welche unmittelbar über dem alten Magdeburger Pegel am Brückenpfeiler in Stein gehauen ist, stand die Elbe am 12. Februar 1655 auf Nr. 25 des alten, oder auf 18′ 6″ über dem Nullpunkt des gegenwärtigen Pegels. Der Unterschied zwischen diesem niedrigsten und höchsten Wasserstande beträgt mithin 19′ 6″, und es ist zwischen beiden Ständen ein Zeitraum von 178 Jahren $10^2/_3$ Monaten verflossen.

*) Das hohe Wasser vom April 1785 erfolgte in der Elbe bei Dresden am 22. April; in der Oder bei Küstrin am 25. April; im Rhein bei Köln am 24. April, bei Emmerich den 25., bei Pannerden, Nimwegen und Arnheim den 26.; im Yssel bei Doesburg den 27., bei Zütphen den 28. April; doch gehörte es in den Rheinströmen nicht zu den außerordentlichen Fluthen.

**) In Dresden wurde der Pegel am 2. Januar mit Eis belegt, am 1. war der Wasserstand 29 Dresdner Zolle unter dem Nullpunkt des Elbmessers oder 29,$_{72}$ Zoll unter dem mittlern Wasserstand der dreißig Jahre von 1801 bis 1830.

Der Strom ist aus seinen Ufern getreten,
wenn die mittlere Höhe derselben zu 13′ über dem Nullpunkte des Pegels angenommen wird, innerhalb des Jahrhunderts in 79 Jahren, und zwar am haüfigsten im Monat März, dem Zeitpunkte des Hochwassers korrespondirend; am seltensten im Oktober; im März ist es jedes zweite, im Oktober nur jedes fünfzigste Jahr geschehen. Das Winterwasser übersteigt die Ufer alle drei bis vier Monate, das Sommerwasser dagegen nur alle zwei bis drei Jahre. Den meteorologischen Jahreszeiten nach kann der Strom aus den Ufern treten: im Winter ein Mal in einem bis zwei Jahren, im Frühling jedes Jahr, im Sommer ein Mal in fünf und im Herbst ein Mal in eilf Jahren. Steigt die Elbe über Nr. 20 am alten, oder über 15′ 4″ am neüen Pegel, so ist die ganze Gegend am rechten Stromufer bei Krakau, Prester, Pechau und Biederitz jedes Mal ganz unter Wasser, und es ereignet sich alsdann nicht selten, daß die Elbe bei Rathenow in die Havel tritt.

Das nur selten erfolgende hohe Sommer- oder sogenannte Johannis-Wasser tritt zuweilen schon Ende Mai ein und hält den Juni-Monat hindurch an, meistens ereignet es sich aber im Juli. Ist es dagegen in diesen Monaten anhaltend niedrig, dann ist im August oder September ein ganz besonders hohes Wasser gewesen; so u. a. in den Jahren 1752, 1786, in denen die rechte Uferlandschaft ganz überschwemmt war.

Wie die barometrische Quecksilbersaüle sich nur momentan auf den niedrigsten Ständen erhält und längere Zeit auf ihrem Maximum verweilt, so geschieht letzteres beim niedrigen Wasser und ersteres beim hohen Wasser, oder mit andern Worten: das Minimum des Wasserstandes ist von längerer, das Maximum meistens von verhältnißmäßig kurzer Dauer. Eine Ausnahme von dieser Regel macht das Jahr 1771, in welchem der mittlere Wasserstand der Monate Juni und Juli nur $1''{,}_{65}$ unter dem Punkte stand, bei welchem die Gegenden des rechten Stromufers unter Wasser gesetzt werden, und der mittlere Jahresstand den Durchschnittsstand des ganzen Jahrhunderts um $4'\ 6''{,}_{57}$ übertraf, während mit diesem der allerkleinste Stand des Jahres bis auf $0''{,}_{93}$ zusammentraf.

Den Eisgang und Eisstand
betreffend, so sind die Beobachtungen zu unvollständig, um allgemeine Resultate daraus ableiten zu können. Beim Eisgang muß man den Zugang vom Abgang unterscheiden, indem unter Zugang diejenige Bewegung des Eises *) verstanden wird, welche erfolgt, bevor es zum Stehen kommt,

*) Die Wasserstands-Tabellen lassen es unerörtert, ob es Oberflächen- oder Grundeis war; in der Regel kommt ein Strom mit Grundeis zum Stehen,

d. h.: zu einer zusammenhangenden ruhenden Eisdecke wird; unter Abgang dagegen diejenige Bewegung, welche am Schluß des Winters nach erfolgtem Eisaufbruch eintritt. Von diesen Eisgängen verschieden ist das Treibeis, welches, aus oberen Stromgegenden kommend, vorübertreibt und sich nicht festzusetzen vermag.

Als früheste Zeit, wann die Elbe bei Magdeburg mit Eis belegt wird, läßt sich der 4. November annehmen (dies geschah in den Wintern von 1791 bis 1792 und von 1804 bis 1805); der äußerste Termin, bis wohin es bleiben kann, scheint der 11. April zu sein (im Winter 1784—1785). Der absolut größte Zeitraum, während dessen die Elbe eine bewegliche und ruhende Eisdecke tragen kann, beträgt mithin 159 Tage oder 5¼ Monate; die längste Dauer, welche, so weit die Beobachtungen reichen, in Einem Jahre wirklich Statt gefunden hat, belaüft sich aber auf 123 Tage, im Winter 1804—1805, vom 4. November bis 6. März. Die Durchschnittsdauer läßt sich indessen, im Mittel aus den 56 Jahren, in welchen von 1730 bis 1836 genauere Aufzeichnungen gemacht worden sind, zu 62 Tagen annehmen. Darunter befindet sich jenes Maximum von 123 Tagen und ein Minimum von 0 Tagen, letzteres im Winter von 1821 auf 1822, der sich durch seine außerordentliche Milde auszeichnete; in Berlin war seine Temperatur $+ 3^{o}{,}_{25}$, oder $3^{o}{,}_{78}$ über der mittlern Winter-Temperatur der vierzehn Jahre von 1821 bis 1834.

Auf die Erfahrung, daß der Strom schon im November und noch im April mit Eis belegt sein kann, gründet sich sehr naturgemäß die Vertheilung des Wasserstandes in ein Winter- und Sommerwasser, von denen vornämlich letzteres zur Schifffahrt benutzt wird. Steht das Wasser über 30 Zoll unter Nr. 1 des alten, oder über 5′ 2″ am neüen Pegel zu Magdeburg, so klagen die Elbschiffer selten über Mangel an Schifffahrtstiefe bei voller Ladung. Die Tabelle der Resultate zeigt nun, daß im vollen Jahrhundert von 1731 bis 1830 die Durchschnittshöhe des Sommerwassers $7' \; 1''{,}_{89}$ betragen hat, mithin an der erforderlichen Tiefe, im Ganzen genommen, kein Mangel gewesen ist; ziehen wir aber die Haupttabelle der einzelnen Jahrgänge zu Rathe, so findet sich manches Jahr, in welchem das Sommerwasser nicht allein in einzelnen Tagen und Monaten, sondern auch während der ganzen Jahreszeit auf und unter die Normalschifffahrtstiefe von 5′ 2″ herabgesunken ist.

---

wenn nicht in einer obern Gegend bereits eine Eisdecke vorhanden war, die wieder aufging und nun herabtreibt, um sich weiter unterhalb aufs Neüe festzusetzen; aber dieses Treibeis ist auch ursprünglich Grundeis gewesen.

In der ersten Hälfte des Jahrhunderts ist dies nur an einzelnen Tagen und zwar an denjenigen geschehen, wo das Minimum des Jahres eintrat; so im August 1733, Juli 1753, Juli 1758, September 1760, Oktober 1775, August 1778, August 1780.

In der zweiten Hälfte des Jahrhunderts wird das Sinken des Sommerwassers unter jene Normaltiefe in größern Zeiträumen merkbar, eine Wahrnehmung, welche uns auf die Betrachtung der schon oben berührten wichtigen Thatsache führt, nämlich auf

Die Wasserverminderung der Elbe.

Blickt man auf die Haupt-Wasserstands-Tabelle, so sieht man in dem ersten Halbjahrhundert, welches mit 1780 schließt, den mittlern Jahresstand nie unter 7' sinken; er hält sich beständig über 7' 2", steht in fünf Jahren über 10' und geht ein Mal sogar bis 12' 7" hinauf. Wie ganz anders verhält es sich dagegen in der zweiten, mit 1781 beginnenden Hälfte des Jahrhunderts! Hier sehen wir den mittlern Jahresstand nur ein einziges Mal über 10', dagegen in 23 Jahren unter 7', ja in 10 Jahren sogar unter 6' herabgehen und in 4 Jahren fast auf die Normalschifffahrtstiefe sinken. Das Jahr 1781, welches (auch im Rhein) noch einen sehr hohen Wasserstand hatte, sollte dieserhalb eigentlich dem ersten Halbjahrhundert zugezählt werden; allein es ist dem zweiten beigelegt worden, um die Jahrhunderthälften mit einem vollen Jahrzehent zu beginnen und zu schließen.

Sehr augenscheinlich tritt die Abnahme des Wassers in der Elbe hervor, wenn man aus der Masse der in der Haupt-Tabelle enthaltenen Zahlen Mittelwerthe zieht. Dies ist in der nachstehenden Tabelle geschehen, worin die beiden Halbjahrhunderte mit einander und die außerordentlich niedrigen Wasserstände des Jahres 1835 mit den mittlern Wasserständen des vollen Jahrhunderts verglichen sind.

Darstellung der Wasserabnahme in der Elbe bei Magdeburg, nach den einzelnen Monaten und Jahreszeiten.

Monate und Jahreszeiten.	Mittlerer Wasserstand im		Abnahme d. Wassers in d. zweiten Hälfte des Jahrhund.	Wasserstand des Jahres 1835	
	ersten Halbjahrhundert v. 1731-1780	zweiten Halbjahrhundert v. 1781-1830		betrug in Mittelwerthen.	war niedrig. als d. mittl. Stand d. vollen Jahrh. v. 1731 b. 1830.
Januar	9' 4'',02	7' 7'',34	1' 8'',68	4' 10'',60	3' 7'',08
Februar	10 1,55	8 7,33	1 6,23	5 6,71	3 9,74
März	11 1,05	9 9,88	1 3,17	5 11,85	4 5,62
April	10 11,01	9 7,84	1 3,17	6 5,63	3 9,80
Mai	9 5,27	7 8,24	1 9,03	6 4,51	2 2,25
Juni	8 3,19	6 5,87	1 9,32	4 3,43	3 1,10
Juli	8 1,64	6 1,01	2 0,63	3 0,92	4 0,41
August	7 7,04	5 9,23	1 9,81	2 3,48	4 4,65
September	7 3,38	5 7,95	1 7,43	2 4,40	4 1,27
Oktober	7 7,12	5 9,74	1 9,38	2 10,22	3 10,21
November	7 11,03	6 0,38	1 10,65	2 11,40	4 0,31
December	9 0,58	6 10,76	2 1,82	2 5,58	5 6,10
Schifffahrts-Jahreszeiten.					
Winterwasser ...	9 8,87	8 1,25	1 7,62	4 8,63	4 3,05
Sommerwasser ..	8 0,60	6 3,00	1 9,60	3 6,49	3 7,40
Meteorologische Jahreszeiten.					
Winter	9 6,05	7 8,47	1 9,58	4 9,21 *)	3 10,05
Frühling	10 5,77	9 0,65	1 5,12	6 3,53	3 5,88
Sommer	7 11,95	6 1,37	1 10,58	3 2,61	3 10,02
Herbst	7 7,17	5 10,02	1 9,15	2 8,67	3 11,95
Ganzes Jahr ..	8 10,74	7 2,13	1 8,61	4 1,53	3 10,90

Wol Mancher mögte zu dem Einwande geneigt sein, daß man die Wassermenge nicht geradezu den Maaßen am Pegel proportional setzen dürfe, weil im Laufe der Zeit auch die Grundfläche des Bettes mehr oder minder große Veränderungen erleidet. Nach allem, was wir früher über das zuletzt genannte Phänomen gesagt haben, kann dasselbe nicht anders

*) Zum Winter sind die Monate December 1834, Januar und Februar 1835 gerechnet; darum stimmt das aus den zwölf Monaten 1835 hergeleitete Jahresmittel nicht mit dem Medium der vier meteorologischen Jahreszeiten.

als zugegeben werden; aber wir wissen auch, daß die vertikalen Veränderungen der Flußbetten (und Flußthäler) im untern Lauf der Ströme, bis auf einzelne, vorübergehende Lokal-Ausnahmen, nur im positiven Sinn erfolgen, mithin, bliebe sich das Volumen des Wassers gleich, eine Hebung seines Spiegels bewirken müßten. Nun aber spricht die vorstehende Tabelle die Thatsache, daß die Elbe eine namhafte Senkung ihres Wasserspiegels erlitten hat, sehr bestimmt aus, und weiset die Größe dieser Abnahme in unzweideütigen Zahlen nach. Schreitet die Verminderung des Wasserstandes in demselben Verhältnisse fort, so wird der Strom nach vier und zwanzig Jahren, d. i.: um das Jahr 1860, mit dem jetzt üblichen Fahrzeügen nicht mehr als Wasserstraße benutzt werden können; ja es würde zu besorgen stehen, daß dieses Ereigniß noch früher eintrete, weil die Abnahme in dem fünfjährigen Zeitraume von 1831 bis 1835 in einer wahrhaft beunruhigenden Progression gewachsen ist; allein während dieser Periode haben Ursachen eigenthümlicher Art (äußerst geringe, fast unmeßliche atmosphärische Niederschläge) den Wasserstand der Ströme so außerordentlich deprimirt; denn auch im Rhein, der sich im Halbjahrhundert 1781—1830 durch verhältnißmäßig große Beständigkeit auszeichnete, fand, wie oben gezeigt worden ist, ein ansehnliches Sinken des Wasserspiegels Statt. Das Jahr 1835 giebt für die Elbe den kleinsten mittlern Wasserstand in dem ganzen Zeitraum, so weit die Beobachtungen reichen. Die nachstehende Tafel enthält den mittlern Jahresstand und die mittlere Größe des Sommerwassers in zwölf Zeitabschnitten von 1728 bis 1835, woraus ebenfalls und zwar die allmälige, seit dem Jahre 1781 eingetretene Wasserverminderung hervorgeht.

Nachweisung des Wasserstandes der Elbe in zwölf Perioden, von 1728 bis 1835.

Periode.	Dauer.	Mittlerer Jahresstand.	Mittleres Sommerwasser.
Von 1728 bis 1730	3 Jahre	8′ 6″,46	7′ 8″,64
1731 — 1740	10	8 10,86	8 4,72
1741 — 1750	10	8 11,09	8 1,44
1751 — 1760	10	8 4,25	7 6,77
1761 — 1770	10	8 10,48	7 11,55
1771 — 1780	10	9 1,94	8 1,95
1781 — 1790	10	8 2,80	7 5,75
1791 — 1800	10	6 11,91	6 0,89
1801 — 1810	10	7 5,25	6 4,86
1811 — 1820	10	6 1,69	5 4,08
1821 — 1830	10	6 9,55	5 11,08
1831 — 1835	5	5 10,01	4 10,66

Sieht man ab von den periodisch eingetretenen kleinen Wiederhebungen, so zeigt sich die Abnahme des Wasserstandes der Elbe am stärksten beim Sommerwasser und, nach den meteorologischen Jahreszeiten gerechnet, im Sommer, Winter und Herbst; im Frühling ist sie minder bedeütend. Daraus folgt in Absicht auf die Minima und Maxima, daß jene sich vermehrt, diese sich aber nicht in demselben Verhältnisse vermindert haben. Zieht man unsere Haupt-Wasserstands-Tabelle zu Rathe, so findet sich in der That, daß auch die Größe des jährlichen Minimums seit der Mitte des Jahrhunderts in einem mehr oder minder beständigen Abnehmen begriffen gewesen ist, während die Größe des jährlichen Hochwassers sich verhältnißmäßig weniger verändert hat. Nachstehende Tabelle enthält eine Nachweisung dieses Verhältnisses.

Übersicht des niedrigsten und höchsten Wassers am Pegel zu Magdeburg, während der hundert und acht Jahre von 1728 bis 1835.

Perioden.	Niedrigwasser.			Hochwasser.		
	Min.	Med.	Max.	Min.	Med.	Max.
Von 1728—1730	4′ 5″	4′ 9″,16	4′ 11½″	13′ 11″	14′ 11″,85	15′ 9″
1731—1740	4 11½	5 10,65	6 2½	12 11	15 6,11	16 5¾
1741—1750	4 5	5 4,95	6 4½	13 7	15 11,51	16 9¾
1751—1760	4 8½	5 3,12	6 0	11 0¾	15 6,82	16 11
1761—1770	3 6	5 4,62	7 5½	12 8	15 6,60	16 9¾
1771—1780	4 8⅓	5 4,79	7 11½	12 11	15 7,81	17 1½
1781—1790	3 4	4 7,34	5 7½	12 0¾	15 3,37	17 9¾
1791—1800	2 6⅔	3 8,40	4 2	10 8	13 3,60	17 1½
1801—1810	2 6⅓	3 11,66	6 2	12 9	15 11,69	17 4
1811—1820	1 4	2 2,66	3 3	10 8	14 5,34	17 7
1821—1830	3 2	3 9,50	4 9	10 9	14 2,00	17 6
1831—1835	—1 0	2 2,20	4 11	8 2	13 8,00	15 11
Erstes Halbjahrhundert von 1731—1780	3 6	5 5,62	7 11½	11 0¾	15 7,77	17 0½
Zweit. Halbjahrhundert von 1781—1830	—1 0	3 7,91	6 2	8 2	14 7,60	17 9¾
Verminderung	. . . .	1 9,71	. . . .	. . . .	1 0,17	. . . .

Es wird endlich nicht ohne Interesse sein, auch für den Elbstrom das Verhalten des niedrigsten und höchsten Wasserstandes in jedem der zwölf Monate für einen längern Zeitraum näher ins Auge zu fassen. Wir wählen dazu das zuletzt verflossene Vierteljahrhundert; die während desselben angestellten hierauf Bezug habenden Beobachtungen sind in der nebenstehenden Tafel (Nr. 6) zusammengestellt.

Fügt man den am Schluß dieser Tabelle gegebenen Haupt-Resultaten noch die für die aquatische Geschichte auch des Elbstroms nicht unwichtige Frage hinzu, in welchem Theile eines jeden Monats der Wasserstand sein Minimum und Maximum zu erreichen pflege, und wie groß die Schwankungen seien, welche der niedrigste und höchste Stand erleiden könne, nicht minder auch, wie groß der mittlere Unterschied des Maximums und Minimums in jedem Monate des letztverflossenen Vierteljahrhunderts gewesen sei, so findet sich die Beantwortung dieser Fragen in der nachstehenden Übersicht, bei der jedoch zu bevorworten ist, daß sich die Resultate der Monate August bis December nur auf vier und zwanzigjährige Beobachtungen gründen, weil bei Abfassung dieser Arbeit die betreffenden Wasserstands-Tabellen des Jahres 1836 noch nicht vorliegen.

Übersicht der Zeiten, der Schwankungen und des mittleren Unterschiedes der niedrigsten und höchsten Wasserstände der Elbe, im Verlauf eines Jahres.

Monate.	Drittel-Abtheilungen d. Monate.	Das niedrigste Wasser erfolgte im Vierteljahrhundert	Das niedrigste Wasser schwankte im Monate um	Das höchste Wasser erfolgte im Vierteljahrhundert	Das höchste Wasser schwankte im Monate um	Mittlerer Unterschied des niedrigsten und höchsten Wasserstands.
Januar . . .	1	11 Mal		11 Mal		
	2	8	11′ 9″	4	12′ 8″	4′ 3″,28
	3	6		10		
Februar . .	1	12		7		
	2	4	5 4$^{2}/_{3}$	8	10 4	5 1,56
	3	9		10		
März . . .	1	13		8		
	2	6	6 4	5	10 10	5 5,56
	3	6		12		

Tabelle № 6.

N

Jahre.	Januar.						Februar.						Min	
	Minimum.			Maximum.			Minimum.			Maximum.				
	Tage	Größe		Tage	Größe		Tage	Größe		Tage	Größe		Tage	(
1812	29	3′	$4\frac{1}{3}$″	1	4′	$8\frac{1}{2}$″	3	2′	$9\frac{1}{3}$″	28	12′	0″	8	7
1813	27	5	0	1	7	9	2	4	11	24	14	$10\frac{3}{4}$	30	6
1814	10	3	$6\frac{1}{2}$	29	7	$5\frac{1}{2}$	28	4	3	15	6	9	1	4
1815	1	3	7	8	6	$9\frac{1}{4}$	3	6	1	28	10	11	11	7
1816	31	5	$7\frac{1}{2}$	13	9	1	3	4	$8\frac{1}{2}$	10	11	10	2	5
1817	17	4	0	31	8	9	9	7	$6\frac{1}{2}$	19	11	6	29	8
1818	1	1	6	23	10	$2\frac{1}{2}$	19	3	10	28	7	9	20	8
1819	1	1	$8\frac{1}{2}$	22	7	$6\frac{1}{2}$	8	3	6	25	9	11	12	5
1820	5	8	11	31	17	4	29	8	2	1	16	4	10	7
1821	7	5	11	24	9	0	28	4	0	3	6	5	1	4
1822	13	6	11	25	10	1	26	7	0	11	10	5	1	7
1823	1	3	11	3	4	$8\frac{1}{2}$	1	4	4	28	10	3	23	6
1824	19	4	6	7	7	3	10	4	$7\frac{1}{2}$	28	7	4	11	5
1825	31	7	3	1	10	9	10	6	1	19	8	6	20	5
1826	21	4	8	1	5	9	23	4	4	28	10	1	27	6
1827	26	4	0	17	8	$8\frac{1}{2}$	24	6	0	1	8	3	1	6
1828	11	5	8	22	15	9	25	6	$6\frac{1}{2}$	1	14	6	1	7
1829	11	5	$11\frac{1}{2}$	1	11	$1\frac{1}{2}$	16	7	$9\frac{1}{2}$	28	11	3	21	7
1830	19	5	$1\frac{1}{2}$	1	5	8	11	5	0	28	7	$6\frac{1}{2}$	1	10
1831	16	5	1	25	8	0	1	6	0	15	15	1	4	8
1832	4	3	6	20	12	0	24	5	6	13	8	$1\frac{1}{2}$	8	5
1833	3	-1	0	1	5	0	1	3	9	18	11	7	17	6
1834	19	10	9	6	16	5	19	6	$7\frac{1}{2}$	1	16	$3\frac{1}{2}$	23	5
1835	2	3	2	19	6	4	22	4	10	12	6	9	4	5
1836	6	1	4	30	4	8	2	4	0	3	6	2	1	4
Media......	...	4	6,71	...	8	9,99	...	5	3,45	...	10	5,01	...	6
Extreme:														
Minima....	...	-1	0	...	4	8	...	2	$9\frac{1}{3}$	...	6	2	...	4
Maxima....	...	10	9	...	17	4	...	8	2	...	16	4	...	10

kommt. Dieses bestätigt sich durch die Nachweisung des jüngst verflossenen Vierteljahrhunderts, der zu Folge das größte Medium des Hochwassers in dem genannten Monate eintritt; und zwar erfolgt es in dem letzten

3 . . .	2	6	6 4	5	10 10	5 5,56
	3	6		12		

Fortsetzung.

Monate.	Drittel-Abtheilungen d. Monate.	Das niedrigste Wasser erfolgte im Viertel-jahrhundert	Das niedrigste Wasser schwankte im Monate um	Das höchste Wasser erfolgte im Viertel-jahrhundert	Das höchste Wasser schwankte im Monate um	Mittlerer Unterschied des niedrigsten und höchsten Wasserstands.
April	1	6 Mal		19 Mal		
	2	2	6′ 1½″	4	11′ 0″	4′ 3″,24
	3	17		2		
Mai	1	2		14		
	2	5	5 7	7	7 3½	3 7,58
	3	18		4		
Juni	1	9		9		
	2	5	4 0	8	10 1	3 5,07
	3	11		8		
Juli	1	4		13		
	2	5	4 0	3	12 9½	3 0,83
	3	16		9		
August . . .	1	9		12		
	2	6	4 10	4	12 0	2 7,63
	3	9		8		
September .	1	12		15		
	2	3	4 10	4	8 8½	2 7,84
	3	9		5		
Oktober . .	1	10		12		
	2	3	4 3½	4	5 4	1 9,92
	3	11		8		
November .	1	12		6		
	2	6	5 6	8	10 8½	2 4,22
	3	6		10		
December .	1	12		8		
	2	5	6 4	9	12 3	3 8,11
	3	7		7		

Es ist bereits oben, nach Anleitung der säcularen Übersicht, gezeigt worden, daß das höchste Wasser am haüfigsten im Monat März vorkommt. Dieses bestätigt sich durch die Nachweisung des jüngst verflossenen Vierteljahrhunderts, der zu Folge das größte Medium des Hochwassers in dem genannten Monate eintritt; und zwar erfolgt es in dem letzten

Drittel desselben am meisten und geht von diesem in das erste Drittel des April über. Dieses Zeitverhältniß scheint jedoch auf die Größe des Maximum keinen wesentlichen Einfluß zu haben, denn es ist die Durchschnittshöhe des höchsten Wassers im

März.		April.	
Ganzer Monat	11′ 10″,89	Ganzer Monat	11′ 4″,26
Letztes Drittel	11 0,50	Erstes Drittel	11 8,21

Die Säkular-Übersicht hat uns ferner belehrt, daß innerhalb eines Jahres im Monat August auf das niedrigste Wasser zu rechnen ist; dieses Resultat geht ebenfalls aus den Beobachtungen der Jahre 1812 bis 1836 hervor, die uns zeigen, daß dieses Minimum nicht an eine bestimmte Zeit gebunden ist, sondern sich innerhalb des Monats ziemlich gleichförmig vertheilen kann.

Die Schwankungen des niedrigsten Wassers bleiben sich im Laufe des Jahres ziemlich gleich; nur der Januar macht von dieser Regel eine Ausnahme, in diesem Monate ist das Minimum, während des Vierteljahrhunderts, um 11′ 9″ verschieden gewesen. Bei den Schwankungen des höchsten Wasserstandes zeigt sich gleichfalls eine gewisse Regelmäßigkeit im Laufe des Jahres, bis auf die Monate Mai und Oktober.

Der Monat Oktober ist überhaupt derjenige Zeitabschnitt des Jahres, in welchem der Elbstrom am meisten dem Beharrungsstande sich nähert. In dem letztverflossenen (nicht vollen) Vierteljahrhundert betrug der Unterschied der absolut höchsten und niedrigsten Stände 6′ 11″, die mittlere Differenz dieser Stände nur 1′ 9″,92; demnach ist der mittlere Wasserstand dieses Monats fast vollkommen übereinstimmend mit dem Wasserstande des ganzen Herbstes; die Abweichung beläuft sich, im vollen Jahrhundert von 1731 bis 1830, nur auf 0″,17 oder 2 Linien.

Wenden wir die Aufmerksamkeit einem andern Hauptresultate unserer Untersuchung zu, nämlich der Wasserverminderung des Elbstroms, so liegt die Frage sehr nahe, welches wol die Ursachen dieses, in Bezug auf die Schiffahrt sehr bedenklichen Phänomens sein könnten?

In einem frühern Abschnitt dieser Umrisse ist es nachgewiesen worden, daß alle Quellen von den atmosphärischen Niederschlägen gespeist werden, die Quellen der Hochgebirge überdem noch von den auf deren Scheiteln lastenden Glätschermassen, indem diese, außer der Eigenwärme der Erde, auch zur Zeit, wann die Sonne ihren höchsten Jahresstand erreicht, den Einwirkungen der erhöhten Luftwärme nachgeben und in Wasser sich verwandeln. Die Verminderung der atmosphärischen Niederschläge und der Glätscher- und Firnmassen wird mithin auch eine Verminderung des

Reichthums der Quellen zur Folge haben, und mit dieser die Abnahme des Volumens der Flüsse und Ströme im Verhältniß stehen. Hannibal und Napoleon, bemerkt Kasthofer, haben sich mit Heereszügen, mit Elefanten und Kanonen über die Alpen Bahn gemacht, und der Korse hat auf seinem Zuge kaum größere Hindernisse als der Karthager gefunden. Einzelne Jahrtausende, scheint es also, haben Schnee- und Glätschermassen auf dem Alpengebirg nicht bedeütend verändert; und nach allen Erfahrungen der neüern Zeit steht den Vorrathskammern der Alpenströme keine Entleerung bevor, so daß bei diesen eine dauernde Verminderung des Wasserstandes nicht zu befürchten steht. In der That giebt die ein und sechzigjährige Beobachtungsreihe über den Wasserstand des Unterrheins, von 1770 bis 1830, eine gewisse Beständigkeit in der mittlern Wassertiefe zu erkennen; und eben so deüten die zwölfjährigen Beobachtungen am Pegel zu Basel, von 1809 bis 1820, und die spätern bis 1835 auf eine wesentliche Verminderung des Rheinwasserschatzes nicht hin.

Anders gestalten sich die Verhältnisse bei der Elbe. Ist es auch wol als gewiß anzunehmen, daß hydrotechnische Arbeiten, die Durchstiche zur Rektifikation des Stroms, wie z. B. ein solcher, etwa um die Mitte des zur Betrachtung gekommenen Jahrhunderts, unterhalb Magdeburg Statt fand, ingleichen die Geradelegungen der Ufer durch Vergrößerung der Stromgeschwindigkeit ihren Antheil an den Ursachen der Wasserverminderung haben *), so gesellen sich doch zu diesen Lokalursachen andere von

*) Erfolgt ein starker Zufluß von oben herab, so beschleünigen weit auseinander stehende Ufer den Abfluß, die zusammengezogenen dagegen hemmen die Geschwindigkeit des ankommenden Zuflusses, und die Parallelufer beschleünigen die Fahrt von Punkt zu Punkt, weil der Zufluß ihnen ein Gefälle ertheilt. Dieses Widerspiel dauert jedoch nur so lange, bis zwischen dem Zu- und Abflusse das Gleichgewicht wieder hergestellt worden ist. Kein Wunder, wenn Wolkenbrüche bei so sehr veränderten Gegenwirkungen der Stromufer die Ströme plötzlich anschwellen. Ströme fallen, wenn aus Mangel des Zuflusses der Abfluß ergiebiger ist, als jener; denn wenn die obern Wasserspiegel sich nicht in dem gehörigen Verhältniß aus Mangel des Zuflusses heben können, so verliert der Strom von oben herab seine Geschwindigkeit nach und nach, behält sie aber noch lange unterwärts, woraus sich ergiebt, daß das Wasser langsamer zu- als abfließt. Unter dieser Bedingung verliert der Strom von oben herab seine Quantität, und die untere wird auch in der Folge verringert, also muß sich der Wasserstand senken. Bei Magdeburg hatte sich in der sogenannten Stromelbe, demjenigen Arm, in welchem sich der Pegel befindet, alles Wasser ganz verloren; nichts desto weniger blieben aller Orten ziemlich tiefe und Meilen lange Stromseen übrig, denen es nicht an Wasser mangelte, welches beweiset, daß ein Strom wie eine Kette hinter einander folgender Seen zu betrachten ist, die durch Kanäle Gemeinschaft haben. (Oec. techn. Enc. Bd. 145, S. 684.)

weit allgemeinerer Natur. Die Elbe entspringt nicht, wie der Rhein, auf einem Hochgebirge, sie erhält keinen Zufluß aus abschmelzenden Glätschern, sie findet ihren Nahrungsstoff nur in den atmosphärischen Niederschlägen. Die Abnahme ihres Wasserstandes seit der Mitte des Jahrhunderts, oder schärfer seit dem Jahre 1782, ist die Wirkung einer gleichnamigen Ursache, d. h.: seit jenem Zeitpunkt hat in dem Stromgebiet der Elbe das Quantum des atmosphärischen Niederschlages, — des Regens und Schnees, — sich vermindert.

Wären Beobachtungen über die Menge des Niederschlags im Gebiet der Elbe an vielen Punkten und in eben so langer Jahresreihe vorhanden, als die Pegelbeobachtungen zu Magdeburg es sind, so würden sich lehrreiche Vergleichungen über das Verhältniß der Ursache zur Wirkung ziehen lassen; allein die hierher gehörigen Wahrnehmungen hat man nur an sehr wenigen Punkten und während kurzer Zeitraüme gemacht. Kämtz konnte nur von zwei, im Stromgebiet der Elbe liegenden Orten die Regenmenge mittheilen: von Prag, nach vierjährigen, von Erfurt, nach siebenjährigen Beobachtungen. Dazu kommen die seit dem Jahre 1828 durch Lohrmanns preiswürdige Bemühungen im Königreich Sachsen eingerichteten meteorologischen Anstalten, die für Dresden, Freiberg, Altenberg und Oberwiesenthal das Quantum des atmosphärischen Niederschlags aufgezeichnet haben, denen noch die Station Zittau zugezählt werden kann, welche, obwol im Gebiete der Oder liegend, die Gränzen des Elbgebiets berührt. Gehen diese Beobachtungen auch nicht weit zurück, so wird es doch nicht uninteressant sein, einen Blick auf sie zu werfen, um den Einfluß, welchen die jährliche Regenmenge auf den jährlichen Wasserstand der Elbe ausgeübt hat, in Zahlen annäherungsweise kennen zu lernen.

Wir stellen sie in folgender Tafel übersichtlich zusammen und fügen außer dem Wasserstand der Elbe bei Magdeburg auch den bei Dresden hinzu, woselbst der Nullpunkt des Pegels 46 Dresdner Zoll über dem niedrigsten, im September 1811 bei Dresden vorgekommenen, Wasserstande steht. Die bei jedem Orte befindliche Zahl in Toisen drückt seine Höhe über der Meeresfläche aus. Die Regenmenge von Erfurt gründet sich auf die Beobachtungen des Dr. Lucas, welche ich in meinen Annalen (I. Band der 3. Reihe) bekannt gemacht habe.

Regenmenge im Stromgebiet der Elbe und Wasserstand derselben.

Jahre.	Jährliche Regenmenge in Pariser Zoll.							Mittlerer Wasserstand bei	
	Erfurt 106ᵗ.	Dresden 61ᵗ.	Freiberg 205ᵗ.	Altenberg 386ᵗ.	Oberwiesenthal 463ᵗ.	Zittau 126ᵗ.	Sachsen überhaupt	Dresden in Dresdn. Mß.	Magdeburg in preüß. Maaß.
1818	20,2166	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	— 12'',54	5' 2'',85
1819	18,6283	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	— 6,95	7 0,36
1820	13,9266	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	— 2,33	5 3,22
1821	21,5966	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	+ 5,00	7 4,92
1822	14,3100	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	— 13,16	5 10,58
1823	17,1100	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	— 10,00	5 5,38
1824	21,2808	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	+ 7,20	6 10,99
1825	16,7083	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	— 6,16	6 3,17
1828	. . . .	31,9197	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	+ 14,85	7 8,17
1829	. . . .	16,7826	20,5590*)	. . . .	. . . .	22,7723	20,0379	+ 11,60	7 11,36
1830	. . . .	20,7184	30,4524	**)	31,9718	25,8988	27,2603	+ 6,95	7 8,00
1831	. . . .	21,9362	35,6487	31,2110	33,3687	24,0963	29,2522	+ 11,91	8 0,00
1832	. . . .	11,0099	21,8090	22,9733	22,9829	17,4166	19,1522	— 14,92	4 11,96
1833	. . . .	21,7850	24,7002	31,4158	. . . .	24,2660	25,5412	+ 0,98	6 3,93
1834	. . . .	22,7481	30,3278	26,8975	. . . .	20,5879	25,1405	— 9,24	5 8,66
1835	. . . .	15,7505	19,3104	. . . .	. . . .	15,9581	17,0063	— 23,12	4 1,53

*) Mit Ausnahme der Monate Januar bis April, in denen das Quantum des atmosphärischen Niederschlages nicht beobachtet worden ist.

**) Für Altenberg liegen zwar auch Beobachtungen aus dem Jahre 1830 vor; allein sie beginnen erst mit dem 1. Juni, darum ist dieser Jahrgang als unvollständig ausgeschlossen worden.

Diese Jahresreihe ist, wie gesagt, zu kurz, und die Beobachtungsstationen stehen zu isolirt, um zu ganz bestimmten Resultaten zu gelangen; nichts desto weniger zeigt auch diese Übersicht, wie es schon bei der Wasserfluth von 1824 im Rheingebiet und im südlichen Deütschland der Fall

war, augenscheinlich den allgemein bekannten Zusammenhang, in welchem der Wasserstand der Flüsse mit der Menge des Niederschlages steht. Im Jahre 1831 erreichte diese, Sachsen überhaupt gerechnet, ihr Maximum, eben so die Elbe am Pegel zu Magdeburg; im Jahre 1835 sank die Regenmenge auf ihr Minimum, eben so der Strom, nicht allein bei Magdeburg, sondern auch bei Dresden. Es betrug, in runden Zahlen, der Unterschied des Maximums und Minimums der Regenmenge 12″, des Wasserstandes bei Dresden 35″ (Dresdner Maaß), bei Magdeburg 48″ (preüß. Maaß). Wol könnte man geneigt sein, diese Werthe zu Schlüssen auf die Vergangenheit zu benützen und sie als Elemente bei einer Rechnung zum Grunde zu legen, vermöge deren sich der Stand des Niederschlags in gegebenen Zeitabschnitten schätzen ließe; allein dieses Verfahren wäre offenbar zu keck und hieße das Wesen der physikalisch-geographischen Beobachtungen verkennen, die zum Studium des Haushalts der Natur wirkliche Thatsachen geben sollen.

Die Ausrodung der Wälder, bemerkt Malte Brun, kann zuweilen eine Wohlthat für ein Land sein, indem sie demselben eine freiere Luft-Cirkulation verschafft; allein zu weit getrieben, wird sie eine Geißel, die ganze Länder verheert. Daß, — heißt es bei Kasthofer, — die immer weiter um sich greifende Entblößung des Schweizer Hochgebirgs von Waldungen Ursache sei der größer werdenden Dürre unserer Sommer, geht aus der Bestimmung der Baumblätter hervor, die wässrigen Dünste an sich zu ziehen und durch Ziehkraft gegen die Wolken diese von Elektricität und von Wasser zu entladen. Das Versiegen so vieler Quellen und die größere Seltenheit des Regens in den Staaten von Kentucky und Tennessee, seitdem durch Ausrottung der alten Wälder das Land zu sehr von den Baümen entblößt worden, berechtigt zu ähnlichen Schlüssen auf unsere Alpen, wo immer mehr über Trockniß der Sommer und steigende Unfruchtbarkeit geklagt wird, wiewol in dem jüngst verflossenen Halbjahrhunderte (bis 1830) keine Veränderung im Rheinwasserstande merklich gewesen ist. Die Waldungen, fährt Kasthofer fort, verursachen Unfruchtbarkeit auf nassem Wege, wenn sie in zu großen Massen über die Länder verbreitet sind; und Unfruchtbarkeit entsteht auch auf trocknem Wege, wo die Wälder zu sehr geschwächt wurden, — wenn diese Vergleichung mit chemischen Prozessen gestattet ist. Das Beispiel der Kapverdischen Inseln, von Irland und Jütland, die von Waldungen zu sehr entblößt worden, und von dem Innern Amerika's, wo sie noch zu ausgedehnt sind, deütet in der Vergleichung auf beide Extreme.

In Nieder-Ägypten, — hat man behauptet, — regnete es sonst nie; ist dies auch übertrieben, so war der Regen doch verhältnißmäßig nicht sehr haüfig. In den Monaten November 1761 bis Februar 1762 hat Niebuhr in Cairo zwölf Tage aufgezeichnet, an denen es regnete; eben so finden sich in dem meteorologischen Tagebuch, welches Coutelle während der Bonaparteschen Besetzung Ägyptens ein ganzes Jahr lang in Cairo führte, nur sieben Regentage, die in den Monaten Januar, April und Mai vorkamen; ja der Marschall Marmont sah in Alexandrien, wo er vom November 1798 bis August 1799 Kommandant war, nur ein einziges Mal eine halbe Stunde lang regnen. Als derselbe Beobachter sechs und dreißig Jahre später (nicht als feindlicher General, sondern als ein Exilirter, als friedlicher, einfacher Reisender) Ägypten wieder betrat, fand er es anders: Jetzt, sagt er, regnet es in jedem Jahre an dreißig bis vierzig Tagen, und zuweilen hört der Regen im Winter, von der Mitte des Oktobers an, während fünf oder sechs Tage nicht auf. Ich habe im vorigen Jahre (1835) einen Regenguß erlebt, welcher drei Stunden dauerte. Statt der paar Regentropfen, die ehemals in Cairo eine sehr seltene Erscheinung waren, giebt es jetzt jeden Winter fünfzehn bis zwanzig Regentage. Diese Veränderung im Klima schreibt man den Baum-Anpflanzungen zu, welche der Vicekönig von Ägypten hat anlegen lassen; man schätzt die Zahl der Stämme, welche unterhalb Cairo gesetzt worden sind, auf nicht weniger denn zwanzig Millionen. Die neüern Reisenden, u. a. Volney, Belzoni, Burkhardt, sprechen von Ober-Ägypten als einem Lande, wo es nie regne. Sonst soll es sich anders verhalten haben; Hr. Marmont erfuhr in Theben von einem 122jährigen, seiner intellektuellen Kräfte noch ganz mächtigen Greise, daß es vor achtzig Jahren, also um die Mitte des vorigen Jahrhunderts, in Ober-Ägypten ziemlich oft geregnet habe; die beiden Bergketten, welche das Nilthal bilden, die libysche sowol als arabische, seien aber auch damals mit Gräsern bekleidet und diese von Baümen beschattet gewesen; diese Baüme wären aber später ausgerottet worden und in Folge dessen habe der Regen aufgehört, und der Rasen sei verdorrt. In Kene erfuhr Hr. Marmont dasselbe von mehreren alten Türken, die es von ihren Vätern gehört haben wollten, ja auch Pockocke wurde auf dem Wege durch Ober-Ägypten eines Tages von einem so heftigen Regen überrascht, daß er seine Reise augenblicklich unterbrechen mußte.

Aber nicht blos der Riese des Pflanzenreichs, der stolze Baum, hat die Eigenschaft, die Feüchtigkeit aus dem Dunstkreise an sich zu ziehen, auch die Zwerge der Pflanzenwelt, die bescheidenen Laubmoose (Musci, Juss.),

diese kleinen, aufrechten oder kriechenden Cellular-Pflanzen besitzen jene Eigenschaft in hohem Grade und dienen auf diese Weise in ihrem Vaterlande, den kältern Klimaten, um so mehr zur Erzeügung und Unterhaltung der Quellen, als sie auf den Gipfeln der Berge, in den Hochthälern der Gebirge ihre Heimath haben.

Die Entwässerung und Urbarmachung großer Sumpfflächen, scheinbar ein Gewinn an Raum für eine vermehrte Lebensthätigkeit des Menschen, wirkt, wenn sie Maaß und Ziel überschreiten, eben so nachtheilig wie die Ausrodung der Waldungen, die Verkürzung der Moosfelder. Das Quantum wässrigen Dampfes, welches sie aushauchen, wird vermindert und somit der atmosphärische Niederschlag und die Speisung der Quellen. Seen und Teiche hat man abgelassen, weil man glaubte, den Boden ihres Grundes ergiebiger benutzen zu können, als der vielleicht spärliche Fischfang gewährte; doch hat man nicht bedacht, daß dadurch gleichzeitig dem Luftkreise eine gewisse Menge jenes Elementes entzogen werde, welches, neben der Wärme, die Fruchtbarkeit bedingt.

„Die gewöhnlich angenommene Ursache der Verminderung des Wasserstandes in den mehrsten Flüssen des westlichen Europa, — bemerkt der unten genannte gelehrte Forstmann, — nämlich die Verminderung der Wälder, kann ich in Bezug auf die Elbe nicht gelten lassen.

„Wenn auch in dem Stromgebiete derselben wol hin und wieder Wälder ausgerodet sein mögen, so trifft dies nur die Ebene, vorzüglich die Flußthäler, in Preüßen, weniger in Sachsen, und gar nicht in Böhmen, wo die Privatforsten unter Kontrole des Staates stehen und die Erlaubniß zur Rodung nicht leicht ertheilt wird. Die Rodungen sind aber überhaupt nicht bedeütend und würden auch, da sie nur die Ebene betreffen, wo die Waldfläche entschieden nur einen sehr geringen Einfluß auf die Regenmenge hat, wol als keine Ursache zu der verminderten Wassermenge angenommen werden können. Im ganzen Gebirge innerhalb des Stromgebietes der Elbe ist aber keine Verminderung der Wälder, — eher eine Vermehrung derselben erfolgt. Die Quellen der Elbe liegen, mit Rücksicht auf die Nebenbäche, theilweis in den sogenannten böhmischen Defensionswaldungen, die aus militairischen Gründen als Urwald erhalten werden; die der Moldau gehen bis in den wilden Böhmerwald hinauf, und das ganze Waldgebirge in Böhmen und dem daran gränzenden Baiern und Sachsen erfreüet sich eben so einer ausgezeichneten Waldpflege, wie der Thüringer Wald und der Harz, so daß man hier überall eine Vermehrung des Holzes, aber nicht eine Verminderung und Lichtung der Wälder annehmen muß, wie sich dies aufs Bestimmteste darthun läßt.

„Gerade diese bessere Waldkultur dürfte aber Ursache des Wassermangels sein.

„Auf dem Erzgebirge, im Böhmer Walde, im Fichtelgebirge, im Harze, weniger vielleicht im Thüringer Walde, erzeügten sich früher auf den, bei schlechter Wirthschaft vom Holze entblößen Stellen, viele Versumpfungen, indem da, wo kein Schatten ist, sich Torfmoose (Sphagnum u. s. w.) ansiedeln, die wie ein wasserhaltender und wasseraufsaugender Schwamm eine Menge Wasser aus der Atmosphäre auffaugen und die Quellen fortwährend speisen. Sehr viele genaue Untersuchungen im Schwarzwalde, Fichtelgebirge, Erzgebirge, haben unbestreitbar dargethan, daß die Entwaldung von solchen Stellen auf den Plateaus und in den Thälern jedes Mal die Ursache dieser Versumpfungen ist, und der mit Holz bedeckte Boden davon befreit bleibt. Diese Sümpfe sind es nun, welche die Quellen der Flüsse, vorzüglich in trocknen Sommern, wo der Regen fehlt, speisen, wie der Brockengipfel, die Torfbrücher gegen Klausthal, Oderbrücke, der Bruchberg u. s. w., genugsam darthun. Bei der vorschreitenden Holzkultur hat man haüfig diese abgegraben, trocken gelegt und mit Holze bebaut, was allein gegen die wiederkehrende Versumpfung schützen kann, und so den Quellen, vorzüglich im Sommer, ihre Speisung entzogen, da die Moose keine Feüchtigkeit aus der Luft mehr aufsaugen und an sich halten können. Das hat man sehr deütlich am hannöverschen Harze erkannt, wo die Bergwerksbehörde die Forstverwaltung veranlaßte, die Brücher nicht mehr trocken zu legen und mit Holz anzubauen, weil man dadurch offenbar das nöthige Wasser zum Betriebe des Bergbaues und der Hütten verlor.

„So halte ich die bessere Holzkultur und die bessere Bewaldung der Gebirge im Stromgebiet der Elbe eben so für die Ursache des Wassermangels in diesem Flusse, wie die Entwässerung des großen Donau-Mooses, unweit München, und der Versumpfungen in dem Gebirge, wo die Donauquellen liegen, eine ganz gleiche Erscheinung bei diesem Flusse hervorgebracht hat, so daß 1834 der Wasserstand niedriger war, als sich je ein Mensch erinnern kann.

„Mitwirkend mögen nun aber auch wol die Entwässerungen der Sumpfgegenden der Spree, Havel, Elster sein, wo man in trocknen Jahren viele Gräben gezogen hat und das Wasser möglichst rasch fortschafft, da diese Bruchgegenden sonst ungeheüre Reservoires für den Sommer bildeten.

„Doch darf ich nicht unbemerkt lassen, daß in Wäldern, wo die Torfbildung aufhört, wie in Südfrankreich, der Schweiz 2c. allerdings die Entwaldung eine ganz andere Folge hat und vorzüglich, wenn die Gebirge

kahl werden, die Verminderung der Wassermenge unbestreitbar davon herrührt. Ganz anders ist dieses aber da, wo den Gegenden eine rasche Torfbildung durch Torfmoose eigen ist, wie im Norden und Osten von Europa, wobei ich nur auf Schottland, Lappland u. s. w. hinweise." — (Handschriftliche Mittheilung des Hrn. Ober-Forstraths Pfeil.)

Bei einer speciellen Nachweisung der Ursachen des verminderten Wasserstandes der Elbe, würde es sehr interessant sein, die Gegenden aufzusuchen, wo sie vornehmlich wirksam gewesen sind und fortdauernd wirken; der Bezirk ist bei dieser Untersuchung nicht gleichgültig, denn wir finden, daß die Elbe bei Dresden nicht in demselben Verhältniß, wie bei Magdeburg, an Wasser verloren hat. Dies zeigt folgende Übersicht: —

Perioden.	Mittlerer Wasserstand der Elbe bei Dresden (Dresdn. Maaß).	Verminderung des Wasserstandes in 35 Jahren bei	
		Dresden.	Magdeburg.
1801 bis 1810	+ 2'',812	9'',688	
1811 — 1820	— 2,644	Dresdn. Mß. od.	
1821 — 1830	+ 2,072	8'',712	18'',26
1831 — 1835	— 6,876	preüß. Maaß.	preüß. Maaß.

Der Unterschied der Wasserverminderung bei Dresden und bei Magdeburg beträgt hiernach fast zehn Zoll, und wir dürfen daher mit einigem Rechte schließen, daß in den Gebieten derjenigen Flüsse, welche unterhalb Dresden in ihren Hauptfluß münden, die Ursachen des Wasserverlustes am thätigsten gewesen sind. Diese Flußgebiete sind, auf der linken Seite, die der Mulde und Saale, welche den Nordabhang des Erzgebirgs, Fichtelgebirgs und Thüringer Waldes und die größere oder Osthälfte des Harzes umspannen; auf der rechten Seite das Flußgebiet der schwarzen Elster, deren breites sumpfiges Thal in dem letztverflossenen halben Jahrhundert namhafte Meliorationen erfahren hat. In Böhmen haben, wie wir sehen, die Ursachen der Wasserverminderung in geringerem Maaße gewirkt.

Folgende Angaben, welche Lohrmann bekannt gemacht hat, können einen Begriff geben von der Kapacität zweier Nebenflüsse der Elbe:

Stromprofil der Mulde bei Wurzen.

Breite des Flußbettes bei Null-Wasserstand . . .	300 Dresdn. Fuß.
Flächeninhalt	770 Quad. Fuß.
Mittlere Geschwindigkeit	2,88 F. in 1 Sek.

Mittlere Tiefe . . . . 2,66 Fuß.
Höchster Wasserstand im Jahr 1771 (Sommerw.) + 15¼ F. in d. jetzigen Brückenlinie u. + 18½ F. bei Schmölen.
Breite des Flusses bei dieser Überschwemmung im Profil oberhalb Schmölen . . . . . 1200 Fuß.
Flächeninh. d. Profils beim höchsten Wasserstande 13000 Quad. Fuß.

Hiernach beträgt das Volumen der Mulde beim mittlern Wasserstande 1794 Dresdner Kubikfuß, oder es ist 6 Mal kleiner als das Volumen der Elbe bei Dresden, in so fern bei Bestimmung des letztern kein Irrthum obwaltet. Das Flußgebiet der Mulde bis Wurzen verhält sich aber zum Flußgebiet der Elbe bis Dresden etwa wie 120 zu 1120, oder nahe wie 1 zu 9. Das Jahr 1771 zeichnete sich, wie bereits erwähnt worden ist, durch sein außerordentliches Hochwasser aus.

Stromprofil der weissen Elster bei Eythra,

unfern Leipzig (Nebenfluß der Saale).

Breite des Flußbettes bei Null . . . . 60 Dresdn. Fuß.
Flächeninhalt des Profils bei demselben Wasserstande 220 Quad. Fuß.
Mittlere Geschwindigkeit bei Null . . . . . . 3,25 F. in 1 Sek.
Höchster Wasserstand . . . . + 14 Fuß.
Mittl. Br. bei diesem Maximum des Wasserstandes 600 Fuß.
Flächeninhalt des Profils bei demselben . . . . 3980 Quad. Fuß.

Die Wassermenge, welche die Elster diesen Angaben zufolge bei Null, d. i.: mittleren Wasserstande schüttet, berechnet sich auf 715 Dresdner Kubikfuß in der Sekunde. Das Volumen der Elster verhält sich demnach zu dem der Mulde wie 1 zu 2½, und setzt man den Flächeninhalt des Flußgebietes der Elster etwa = 70 Geviertmeilen, so verhalten sich beide Flüsse ungefähr wie 1 : 1,7.

Für die Havel und Spree theilt Müller einige ältere hydrometrische Angaben mit und vergleicht die Resultate mit dem atmosphärischen Niederschlage. Die Havel, sagt er, fließt in einer Sekunde 2 Fuß, ist vor dem Ausfluß in die Elbe 37 Ruthen oder 444 Fuß breit und liefert bei vollen Ufern 10874 Kubikfuß (preüß. Maaß, oder 372,7 Kubikmeter) in einer Sekunde. Die Spree fließt in einer Sekunde 1½ bis 2 Fuß, ihre Normalbreite ist zwischen Berlin und Köpenik im freien Lauf 14 Ruthen oder 168 Fuß, und sie liefert bei vollen Ufern 2136 Kubikfuß (73 Kubikmeter) in einer Sekunde. Diese Messungen, fügt Müller hinzu, sind aus einem Baujournal entnommen und scheinen offiziell zu sein. Die

Havel hat ein Gebiet von 479 Quadratmeilen; jede derselben hat 576 Millionen Quadratfuß, mithin enthält das ganze Gebiet der Havel 275.904.000.000 Quadratfuß. Da nun in hiesiger Gegend auf einen Quadratfuß Terrain in einem Jahre ein 24″ hoher Niederschlag fällt, so fallen auf das Gebiet der Havel 551.808.000.000 Kubikfuß Wasser in eben derselben Zeit, und wenn diese Zahl mit der Sekundenzahl eines Jahres dividirt wird, so liefert die Havel in einer Sekunde 17485 Kubikfuß Wasser, da sie doch, der unmittelbaren Beobachtung zu Folge, in dieser Zeit nur 10874 Kubikfuß liefern sollte. Die Spree hat ein Gebiet von 172 Quadratmeilen; bei 24″ Niederschlag empfängt es also jährlich 198.144 Millionen Kubikfuß, oder in einer Sekunde 6279 Kubikfuß Wasser. Der Fluß soll aber in derselben Zeit wirklich nur 2136 liefern.

Hierzu kommt nun noch, fährt Müller fort, daß beide Berechnungen, sowol die des Havel= als jene des Spreeflusses, bei vollen Ufern gemacht worden sind, welches im ganzen Jahre kaum zwei Monate Statt findet. Folglich kann von der gefundenen Konsumtion nur höchstens die Hälfte angenommen werden, mithin würde die Berechnung folgende sein: —

1) Die Havel liefert bei vollen Ufern in einer Sekunde 10874, und bei halbvollen Ufern 5437 Kubikfuß, müßte aber dem Niederschlage gemäß in gleichem Zeitraume 17485 Kubikfuß, mithin viertehalb Mal so viel liefern.

2) Die Spree liefert bei vollen Ufern in einer Sekunde 2136, und bei halbvollen Ufern 1068 Kubikfuß Wasser, müßte aber nach dem berechneten Niederschlage in gleicher Zeit 6279 Kubikfuß liefern.

Ohne hier auf eine Kritik dieser Angaben einzugehen, möge noch der Schluß von Müllers Mittheilung angeführt werden. Es fragt sich, wo die große Menge Niederschlages, welche durch die Flüsse nicht ins Meer zurückgeführt wird, bleibe? Zur Antwort dient folgendes: —

1) Kurz nach einem jeden gefallenen Regen dünstet aus großen Strecken des Gebiets und im Verlauf des Jahres aus dem ganzen Gebiete eines Flusses viel Wasser aus, welches zum Theil als Niederschlag in das Flußgebiet zurückfällt, zum Theil aber auch in Wolken gesammelt, durch Wind dem Meere unmittelbar oder auch andern Flußgebieten zugeführt wird.

2) Vieles Wasser schleicht, zumal im hiesigen lockern Boden, zur Seite der Flußbetten und in der ganzen Niederung unter der Erde verborgen dem Meere zu. (Eine Behauptung, welche näher nachzuweisen sein möchte.)

3) In trocknen Jahren fällt nicht völlig 24″ Niederschlag, wie oben gerechnet worden ist. (Dieses Quantum ist auch als mittlerer Werth gewiß viel zu hoch angeschlagen.) Auch bedarf

4) Die Vegetation mehr Wasser, als Mancher glauben dürfte.

Die Oder.

Preüßens wichtigster Strom, die große Wasserstraße, auf welcher die reichen Erzeügnisse des Acker- und Bergbaues, so wie des Kunstfleißes einer der betriebsamsten Provinzen der Monarchie befördert werden. Auch von diesem Strom können wir eine ziemlich weit hinaufreichende Geschichte, nach den Original-Beobachtungs-Tabellen und Wasserstands-Skalen bearbeitet, mittheilen.

Hydro-historische Übersicht vom Zustande des Oderstroms, innerhalb eines sechs und fünfzigjährigen Zeitraums, von 1778 bis 1834, nach den Beobachtungen am Küstriner Pegel.

Die Wasserstands-Beobachtungen an diesem Pegel begannen am 1. Juli 1777; bei der Berechnung ist aber dieses halbe Jahr ausgeschlossen und mit dem Monat Januar 1778 der Anfang gemacht worden.

Die Beobachtungen sind an drei Pegeln angestellt. Der älteste Pegel, von dem alle Wasserstände bis zum Jahr 1810 abgelesen wurden, stand am vordersten (d. h.: von der Stadt Küstrin aus, am ersten) Eisbock der Oderbrücke. Eine im August 1810 vorgenommene Untersuchung dieses Marqueurs ergab, daß die Skale derselben, nach preüßischem Maaß, richtig sei. Gleichzeitig wurde damals ein neüer Pegel gesetzt und zwar am fünften Eisbock der Oderbrücke. Der Nullpunkt dieses neüen Pegels wurde in die, durch den Nullpunkt des alten Pegels führende wagerechte Ebene gelegt und dieses Niveau auf zwei feste Punkte bezogen: — 1) auf die obere Kante des Fundamentes der hintern Fronte der in der Nähe stehenden Waaren-Remise des Kaufmanns Lagatz; und 2) auf die Marque an der Festungsmauer des Küstriner Stadtthors der Neüstadt, zwischen den Bastionen König und Königin, welche im Jahr 1785 den 28. April bei Gelegenheit des hohen Wasserstandes angebracht worden war. Das Nivellement ergab den Höhenunterschied zwischen den

Nullpunkten der Pegel und	der obern Kante des Remisen-Fundaments	12′ 6″,75
	der Wassermarque von 1785	15′ 1″

Nach erfolgtem Bau einer neüen Brücke über die Oder bei Küstrin im Jahre 1829 ist die alte, 23 Ruthen abwärts gelegene Brücke abgebrochen

und in Stelle des bisherigen Pegels ein neüer, also der dritte, Pegel bei der neüen Brücke, von der Stadt aus am achten Eisbock angebracht worden. Dies geschah im Monat December 1829 noch vor Wegnahme des ältern Marqueurs von 1810, und man verfuhr bei Setzung des neüen Pegels so, daß beide Maaßstäbe gleichzeitig genau gleichen Wasserstand zeigten.

Eine über die Höhenlage des Pegels im Mai 1833 vorgenommene Revision ergab, daß der erste feste Punkt von 1810 nicht mehr vorhanden ist; es wurde nämlich im Februar 1813 die Lange Vorstadt von der französischen Besatzung demolirt und bei dieser Gelegenheit auch die Lagatzsche Remise weggebrochen. Dagegen fand man am Ausgange des Berliner Thors der Festung, 3′ 4″ über der Fahrschwelle der Festungsgraben-Brücke, eine 2½ Fuß lange, mit Nägeln wagerecht befestigte eiserne Schiene, ohne alle Bezeichnung, welche ohne Zweifel die Marque des 1785er Hochwassers ist, da ein anderweitiges Merkzeichen nicht aufzufinden war.

Bei einem zwischen dieser Marque und dem Pegel im Oderstrom aufgenommenen Nivellement wurde jedoch gefunden, daß der Nullpunkt des jetzigen Pegels nicht 15′ 1″, sondern nur 14′ 7¾″ tiefer als jenes Merkzeichen, mithin 5¼″ zu hoch liege.

Wenn es sich darum handelt, die Gegenwart mit der Vergangenheit in Parallele zu stellen, und man bestimmen soll, ob der Wasserstand eines Stromes konstant geblieben ist oder Veränderungen erlitten hat, so ist ein Unterschied, wie der angeführte, schon sehr wesentlich. Daß er bei der im Jahre 1829 erfolgten Versetzung des Pegels herbeigeführt worden, ist bei dem damals beobachteten Verfahren kaum denkbar und mit Recht zu bezweifeln. Denn außer dem Hauptpegel in der Oder befand sich zu jener Zeit, wie noch jetzt, im Festungsgraben, — welcher in der Nähe des Hauptpegels unmittelbar mit der Oder in freier Verbindung steht, — an der Brücke, die vom Berliner Thor über den Graben führt, ein von der Fortifikation schon seit langer Zeit unterhaltener Pegel, nach welchem von der Militairbehörde der Wasserstand täglich notirt wird. Eine Vergleichung zwischen diesen in den Jahren 1814 bis 1834 angestellten Beobachtungen und den Seitens der Wasserbaubehörde geführten Wasserstands-Tabellen hat durchaus keine Differenz ergeben, so daß eine Verschiedenheit der Pegel-Nullpunkte nicht Statt gefunden haben kann. Auch die in den Jahren 1810 bis 1814 von den Franzosen, während ihrer Okkupation der Oderfestungen, nach dem Fortifikationspegel, zwar nur unvollständig geführten Wasserstands-Tabellen stimmen mit den von der Baubehörde gemachten Beobachtungen am Oderpegel ziemlich ganz überein.

Das Nivellement vom Mai 1833 ergab ferner, daß die Nullpunkte des Hauptpegels an der Oderbrücke und des Fortifikationspegels am letzten Joch der Festungsgrabenbrücke genau in einer und derselben horizontalen Ebene liegen.

Die Differenz der Resultate von 1810 und 1833 muß daher in einem Versehen bei dem ersten Nivellement gesucht, und es können mithin die Beobachtungen an den verschiedenen Pegeln mit voller Sicherheit, als an einem einzigen gemacht, angenommen und mit einander verglichen werden.

Zur Feststellung des Nullpunktes der in Rede seienden, jetzt bestehenden beiden Pegel für die Zukunft wurde die Lage desselben, außer auf die Hochwassermarque von 1785, auch auf die Oberkante des halbrunden Haupt-Cordons am Redan I. und zwar auf diejenige Stelle bezogen, wo die Oderbrücke angebaut ist; das Nivellement ergab, daß diese Höhe genau 14 Fuß über dem Nullpunkt der Pegel beträgt.

Über demselben Nullpunkte liegen ferner:

1) Die Terrainhöhe hinter dem rechten Oderufer in der Krampe	3 bis 4 Fuß.
2) Die Terrainhöhe hinter dem Oderteich am linken Ufer	6 — 9 „
3) Das linke Oderufer	8 „
4) Das rechte Oderufer	9 „
5) Der Posener Chausseedamm	14 „
6) Die Höhe der Oderbrücke	16½ „
7) Die Deichkrone am linken Stromufer	17 „

In unserer Haupt-Wasserstands-Tabelle ist angenommen worden, daß die Oder aus ihren Ufern getreten sei, wenn das Wasser am Pegel eine Höhe von 8′ 6″, d. i.: die mittlere Höhe des linken und rechten Ufers erreichte. Der mittlere Wasserstand der Sommermonate bezieht sich auch hier auf die Dauer vom 1. Mai bis 31. Oktober.

In dem dreizehnmonatlichen Zeitraume vom 1. März 1813 bis Ende März 1814 sind Seitens der Wasserbau- und Deichbehörde keine Wasserstands-Beobachtungen angestellt worden; der Beamte, welcher damit beauftragt war, wurde nämlich von dem damaligen feindlichen Gouverneur der Festung, dem französischen General Guidalve, gezwungen, sich aus Küstrin zu entfernen. Um diese Unterbrechung zu ersetzen, hatte der Beamte (Deichhauptmann Schüler) zu Neüendorff einen Interimspegel eingerichtet und davon die Wasserstands-Tabellen für die Monate April 1813 bis März 1814 eingeschickt. Doch scheint es, daß in der betreffenden Wasserstands-Skale die fehlenden Beobachtungen in Küstrin durch die Notirungen der Franzosen am Fortifikationspegel ergänzt worden sind; mindestens stimmt diese Jahres-Skale mit den Tabellen des Neüendorffer

Interimspegels nicht immer überein, auch ist in ihr der in diesen fehlende Monat März 1813 befindlich.

Nach diesen Erlaüterungen über den Pegel zu Küstrin 2c. können wir das Haupt-Wasserstands-Tableau (Nr. 7.) nebenstehend mittheilen, und, dem Gange folgend, welcher beim Rhein und bei der Elbe eingeschlagen wurde, sofort zu den Resultaten übergehen: —

Allgemeine Übersicht des Zustandes der Oder bei Küstrin, während des halben Jahrhunderts von 1781 bis 1830.

Monate und Jahreszeiten.	Mittl. Wasserstand.	Der niedrigste Jahres-Wasserstand: ist vorgekommen im Halbjahrh.	ein Mal in	betrug im Minimum		Der höchste Jahres-Wasserstand: ist vorgekommen im Halbjahrh.	ein Mal in	betrug im Maximum		Unterschied des höchsten und niedrigsten Wasserstandes.	Der Strom ist aus seinen Ufern getreten im Halbjahrh.	ein Mal in
Januar	4' 7'',98	0 Mal	0 J.	. . .	. . .	5 Mal	10 J.	10' 10''	1783	. . . .	1 Mal	50 Jahren
Februar	5 4,76	1	50	2' 4''	1801	7	7½	10 2½	1807	7' 10½''	9	5½
März	6 3,79	0	0	. . .	. . .	17	3	12 7	1830	. . . .	15	3⅓
April	6 1,92	0	0	. . .	. . .	13	4	15 1	1785	. . . .	11	4½
Mai	4 9,52	0	0	. . .	. . .	1	50	7 9	1826	. . . .	3	16⅔
Juni	3 8,51	4	12½	1 9	1813	2	25	9 10½	1804	8 1½	2	25
Juli	3 5,77	4	12½	1 8	1793	0	0	. . .	. . .	. . . .	1	50
August	3 0,78	9	5½	1 4	1830	0	0	. . .	. . .	. . . .	1	50
September	2 11,54	13	4	0 6	1811	3	16⅔	11 2	1813	10 8	2	25
Oktober	2 10,85	12	4½	—0 1	1824	0	0	. . .	. . .	. . . .	0	0
November	3 3,87	4	12½	1 9	1802	0	0	. . .	. . .	. . . .	0	0
December	3 10,46	3	16⅔	0 10	1822	2	25	8 2	1782	7 3	1	50
Schifffahrts-Jahreszeiten.												
Winterwasser	4 11,46	8	6,25	0 10	Dec. 1822	44	1,13	15 1	Apr. 1785	14 3	37	1,4
Sommerwasser	3 5,80	42	1,19	—0 1	Okt. 1824	6	8,33	11 2	Sept. 1813	11 3	9	5,5
Meteorolog. Jahreszeiten.												
Winter	4 7,74	4	12,50	0 10	Dec. 1822	14	3,57	10 10	Jan. 1783	10 0	11	4,5
Frühling	5 9,07	0	0	. . .	. . . .	31	1,61	15 1	Apr. 1785	. . . .	29	1,7
Sommer	3 4,95	17	2,94	1 4	Aug. 1830	2	25,00	9 10½	Juni 1804	8 6½	4	12,5
Herbst	3 0,76	29	1,72	—0 1	Okt. 1824	3	16,66	11 2	Sept. 1813	11 3	2	25
Ganzes Jahr	4 2,63	. . .	. . .	—0 1	Okt. 1824	. . .	. . .	15 1	Apr. 1785	15 2	25	2

den Pegel der Oder bei Kü

…hres-…ittel.	Minimum.			Maxim…
0'',30	Juli 28—30.	3'	3''	März 21.
10,83	Mai 30.	2	2	December 26.
5,98	September 19.	2	0	März 21.
5,43	September 23.	1	5	März 27.
2,45	September 30.	1	5	December 31.
7,10	November 10.	2	$4^3/_4$	Januar 22.
10,81	Oktober 11.	2	3	April 30.
6,87	December 18.	3	2	April 28.
3,99	Juli	3	1	September 2.
2,70	Oktober	2	5	Februar 25.
8,53	Oktober	2	5	April 9.
0,00	Juni	3	$3^3/_4$	April 20.
4,56	August	1	$5^1/_2$	Februar 26.
2,03	Oktober	1	1	Februar 27.
1,75	September	1	4	März 22.
6,05	September	2	$2^1/_2$	März 12.
0,12	Juli	1	8	März 10.
11,20	September	1	10	März 2.

Allgemeine Bemerkungen.

1736. Höchster Wasserstand 13' $2^1/_2$'', nach einem Zeichen an der Berliner-Thorbrücke. Monat und Tag sind unbekannt.

1771. Höchster Wasserstand im Frühjahr 11' $9^1/_4$'' nach alten, schriftlichen Nachrichten.

1777. Mit diesem Jahre und zwar mit dem Monat Juli beginnen die regelmäßigen Wasserstands-Beobachtungen durch den im J. 1823 verstorbenen Regierungsrath Senf. Der niedrigste Wasserstand von 1777 war, wie es scheint, den 26. Oktober, und betrug 2' $1^1/_2$''.

1785. Bei dem hohen Wasserstande im April sind die Deiche längs der Oder, Warthe und Netze übergelaufen und durchgebrochen. In Küstrin hielt sich das Max. am 28. April 2 Stunden lang, früh von 3—5 Uhr.

1804. Das hohe Sommerwasser kam vom Bober.

1811. Die Monate Juni, Juli, August zeichneten sich durch große Wärme aus: das Maxim. der Temperatur

Diese Tabelle ist nach dem, was über die analoge des Elbstroms gesagt wurde, so verständlich, daß sie einer nähern Erlaüterung nicht zu bedürfen scheint. Im Vergleich zur Elbe sehen wir, daß die Oder einen weit geringern Wasserstand, also auch ein kleineres Volumen hat, als der westliche Strom; der Unterschied beträgt fast genau 3′ (gleiche Perioden verglichen). Das Verhalten des Wasserstandes im Verlauf eines Jahres, in den einzelnen Monaten und Jahreszeiten laüft dem Verhalten des Elbstroms parallel. Das Steigen und Fallen des Wassers in den Mittelständen, die nur allein entscheiden können, erfolgt in der Oder in derselben Epoche, wie in der Elbe; bloß der Monat Oktober macht eine Ausnahme; dieser giebt bei der Oder den kleinsten Mittelstand im Jahre; bei der Elbe erfolgt dasselbe im September. Der Unterschied zwischen dem höchsten und niedrigsten Mittelstande der Oder (März und Oktober) beträgt 3′ 4″,94; in der Elbe ist dieser Unterschied 6″,86 größer. Zwischen beiden Strömen besteht hinsichts der Zeiten des niedrigsten und höchsten Jahres-Wasserstandes eine sehr nahe Congruenz; das niedrigste Wasser erfolgt in der Elbe fast nie im März, entschieden nie in den Monaten April und Mai; eben so ist es in der Oder; das höchste Wasser der Elbe kommt selten in den Monaten Juli und August und nie im Oktober und November vor; bei der Oder trifft das Nie alle vier genannten Monate. In der Elbe war der höchste Wasserstand während des halben Jahrhunderts von 1781 bis 1830 im April 1785 = 17′ 9¾″; in der Oder in demselben Monat und Jahr, nur zwei Tage später, = 15′ 1″. Hinsichts dieser aüßersten Wasserfluth besteht also zwischen beiden Strömen ein Unterschied von 2′ 8¾″, und wir lernen hieraus, daß die Oder in dieser Hinsicht von der Elbe weniger abweicht, als in Bezug auf den mittlern Wasserstand. Ja, wir sehen ferner, daß die Wasserfluthen der Oder relativ höher sein können als die der Elbe; denn es ist:

	Elbe.	Oder.
Das Hochwasser vom April 1785	17′ 9″,75	15′ 1″,00
Der mittlere Wasserstand des Halbjahrhunderts	7 2,13	4 2,63
Das Hochwasser überstieg den Mittelstand . .	10 7,62	10 10,37
Die Oder höher als die Elbe		2″,65

Was die beiden letzten Spalten der vorstehenden Übersichts-Tabelle betrifft, so zeigen sie, daß in dem hier zur Betrachtung gekommenen Halbjahrhundert die Monate Oktober und November frei blieben von einem Übertritt der Ufer. Daraus folgt aber noch nicht, daß der Strom in diesen Monaten nicht überlaufen könne; denn in dem neü begonnenen Halbjahrhundert

findet sich sogleich im Jahre 1831 die Erscheinung, mindestens für den Oktober*).

Die Beobachtungen über die Eisdeckung des Stromes sind bei der Oder in zusammenhangender Reihe gemacht worden; doch hat, in Ermangelung genauer Aufzeichnungen in den früheren Jahrgängen der Reihe, die Bewegung des Eises vom Stehen desselben nicht getrennt werden können; es ist dieserhalb vorgezogen worden, beide Phänomene als Eins zu betrachten. Die Zeitgränzen, zwischen denen sich das Eis während der fünfzig Jahre von 1781 bis 1830 bewegt hat, sind der 4. November (wie in der Elbe) und der 25. April (14 Tage später als in der Elbe); die längste Dauer des Eises, welche in der Oder möglich ist, beträgt mithin 173 Tage oder 5 Monate und 3 Wochen; die absolut längste Dauer, welche wirklich Statt gefunden hat (im Winter 1804—1805) ist aber nur 147 Tage, und dies ist zudem ein außerordentlich seltener Fall. Fassen wir die Zeitpunkte des ersten Zugangs und letzten Aufgangs des Stroms übersichtlich zusammen (ohne auf das bisweilen Statt gefundene Wiederfreiwerden Rücksicht zu nehmen), so finden wir, daß innerhalb des Halbjahrhunderts von 1781 bis 1830

Die Oder mit Eis bedeckt wurde:

November	Vom 4. bis 10. einschließlich	2	12 Mal.	
	11. — 20.	5		
	21. — 30.	5		
December	Vom 1. bis 10. einschließlich	6	29 „	
	11. — 20.	13		
	21. — 30.	10		
Januar	Vom 1. — 10. einschließlich . .		7 „	
Februar	„ 1. — 20.		2 „	

*) Von der Zeit, mit der die zusammenhangenden Pegelbeobachtungen zu Küstrin beginnen, zeichneten sich die folgenden Jahre durch große Fluthen aus:

1515 1551 1565 1571 1595 1609 1625 1655 1675 1694 1698
1709 1718 1726 1729 1730 1731 1736 1737 1754 1770 1771

Die Überschwemmung von 1736 soll alle früheren Fluthen übertroffen haben. Wenn dieses der Fall, so ist die Oder bei Küstrin in den frühern Jahrhunderten nie über 13′ 2½″ gestiegen; denn dies war ihr Stand bei der Fluth von 1736. Im Jahre 1771 stand das Wasser 11′ 9¾″ am Pegel zu Küstrin. Die Fluth vom April 1785 ist daher als die höchste zu betrachten, welche in drei Jahrhunderten vorgekommen.

…n Wasserstandes der

während des Vierteljahrhund…

	Juli.				….		December.			
…ximum.	Minimum.		Maximum.		Minimum.		Minimum.		Maximum.	
Größe	Tage	Größe	Tage	Größe	Tage	Größe	Tage	Größe	Tage	Größe
3'11"	1	1' 7"	15. 17	3' 4"	6. 7	4' 2"	1	3' 8"	17. 18	4' 8"
3 9½	11	2 2	31	5 4	19	7 5	5	4 3	13	5 1
4 7	23	3 1	10	5 11	31	2 3	30. 31	1 11	21. 22	3 9
3 5	30 31	2 8	12. 13	5 0	1	3 5	4. 9	2 9	17	3 9
5 3	:8	3 2½	20. 21 2	5 6	18	4 9	1	3 4	8. 11 30. 31	4 9
5 7	31	2 1	13	3 4	1	4 10	22	3 2	11	3 11
3 0	1.4.5. 8	2 3	19	5 8	19	2 10	8	2 3	28	3 8
3 4	25-27	1 7	8	3 0	11	5 9	9	2 4	29	5 11
3 7	15. 16	2 3	24	3 0	30-31	5 4	4. 5	4 0	18-20	6 11
5 6	27-28	3 8	11	7 2	14	2 10	1	3 2	30. 31	5 6
2 2	16-18	0 11	30	1 9	27	1 10	20-22	0 10	11	1 7
5 10	14	2 7	1	5 2	30	2 1	26-28	1 8	17	2 5
5 0	30. 31	2 1	6	5 0½	31	4 9	10	3 1	31	5 2
4 1	30. 31	1 6	1. 2	2 9	14. 15	2 11	31	2 1	4. 8	3 4
6 0	22	2 10	5	6 4	26 30. 31	2 10	2	1 11	18	3 3
6 8	31	1 5	1	4 0	3. 4	4 0	3. 4	1 7	18	5 10
1 11	1. 31	2 7	7	5 5	10-14 15	5 5½	12	4 5½	26	7 0
9 6	25. 26	3 10	1	8 1	30. 31	6 4	1	3 6	11	4 4
4 6	29-31 31	1 11	2.3.9.	4 1	15. 16	4 10	9. 10	3 4	31	4 10
3 8	20. 21 31	3 3	12. 13	5 7	1	7 3½	16. 19 31	4 8	19	6 11
5 9	20	2 7	1	3 10	29-31	3 9	1. 28	1 9	7	3 10
3 4	1	1 11	19	4 5	4	3 2	3	2 10	31	8 0
2 1	31	0 8	4	1 10	13. 14	1 0	1. 27	0 11	9	1 2
2 3	1	0 9	13. 14 17	1 8	29-31	2 2	13. 14	0 7	28. 29	1 10
5 0	25. 26 28-31	0 11	1	2 2	31					
4 4,66		2 1,70		4 4,50		3 11,50		2 8,02		4 5,70
1 11		0 8		1 8		1 0		0 7		1 2
9 6		3 10		7 2		7 5		4 5½		8 0

Digitized by Google

Die Oder wieder frei wurde:

Januar	Vom 10. — 31. einschließlich . .		4 Mal.
Februar	Vom 1. bis 14. einschließlich	6	19 „
	15. — 28.	13	
März	Vom 1. bis 10. einschließlich	9	24 „
	11. — 20.	8	
	21. — 31.	7	
April	Vom 2. — 25.		3 „

Dieses Täfelchen zeigt, daß etwa der 20. December als derjenige Tag betrachtet werden kann, an welchem die Oder bei Küstrin gefriert, während der 28. Februar als Endpunkt der Eisdecke gelten mögte, so daß diese eine mittlere Dauer von 70 Tagen haben würde. Nun aber sind in dem halben Jahrhundert überhaupt 3665 Eistage vorgekommen, und diese geben einen Jahresdurchschnitt von 73,3 Tagen *). Die Spalte der Bemerkungen in der Haupt-Wasserstands-Tabelle enthält, vom Jahre 1811 an, eine möglichst vollständige Geschichte der außerordentlichen Ereignisse, welche in der Oder bei Küstrin vorgekommen sind; sie giebt außerdem einen nähern Ausweis über den Eisgang, über Grundeis, Eisstand, nicht minder auch Notizen über die Temperatur, namentlich der Wintermonate.

Die Minima und Maxima des Wasserstandes der Oder für jeden einzelnen Monat während des jüngst verflossenen Vierteljahrhunderts sind in der nebenstehenden Tafel (Nr. 8.) zusammengestellt. Die an ihrem Fuß gezogenen Resultate geben die Kurven des niedrigen und hohen Wassers, welche, wie es auch beim Rheine und bei der Elbe der Fall ist, mit der Kurve des Mittelwassers sehr nahe parallel läuft. Doch zeigt sich im ersten Herbstmonate in der Oder sowol als in der Elbe eine kleine Fluth des Hochwassers, die in dem zuletzt genannten Strome nach dem Oktober tiefer sinkt als bei der Oder **).

*) Die ganze Reihe der Beobachtungen von 177⁷/₈ bis 1836 enthält, in acht und fünfzig Wintern, 4095 Eistage; hiernach stellt sich die mittlere Dauer der Eisdecke auf 70,6 Tage in jedem Winter.

**) In den älteren Beobachtungstabellen findet sich einige Mal eine Bemerkung, woraus hervorgeht, daß der damalige Beobachter an den Zusammenhang eines starken Nebels mit einer künftigen Wasserfluth glaubte. So heißt es: — „Den 10. November 1797 war starker Nebel, den 17. Februar 1798 war der 100ste Tag, wo es (das Wasser) auch stracks zu wachsen anfing.“ Die Oder stieg bei Küstrin

von 5′ 9″ am 11. Februar, auf 7′ 10″ am 17. Februar und blieb auf 8′ bis 8′ 7″ bis zum Schluß des Monats stehen; der ganze Monat März hatte einen sehr hohen Wasserstand. Ferner: — „Den 17., 18. und 19. Decbr. 1798 Nebel; es „ist zu bemerken, ob am 1. März, als dem 100sten Tage, Wachswasser erfolgen „wird.“ In der That geschah dies, und zwar so, daß am 11. März 1799 das Maximum des Wasserstandes im ganzen Jahr mit 10′ 2″ eintrat. Die Register der spätern Jahre, welche von einem andern Beobachter geführt worden sind, enthalten eine hierauf bezügliche Bemerkung nicht ausdrücklich; indessen scheinen die Beobachtungen eine Erfahrung mehr dafür zu geben. So war am 21. Novbr. 1811 den ganzen Tag sehr starker Nebel, und am 29. Febr. 1812 trat Hochwasser ein, jedoch wol mehr als Folge des vorhergegangenen Eisstaues; wie es auch gewiß zu Ende des Januars 1817 der Fall war, nachdem am 3. Novbr. 1816 ein starker Nebel geherrscht hatte, obgleich es nicht gut einzusehen ist, wie der Nebel mit einem darauf folgenden Wachswasser in einem bestimmten Verhältniß von hundert Tagen stehen könnte, so wäre es doch nicht uninteressant zu wissen, ob auch anderweitig darüber Beobachtungen angestellt worden; denn die Natur will noch in unendlich vielen ihrer Geheimnisse erforscht sein.

Übersicht der Zeiten, der Schwankungen und des mittleren Unterschiedes der niedrigsten und höchsten Wasserstände der Oder im Verlauf eines Jahres.

Monate.	Drittel-Abtheilungen d. Monate.	Das niedrigste Wasser		Das höchste Wasser		Mittlerer Unterschied des niedrigsten und höchsten Wasserstands.
		erfolgte im Viertel-jahrhundert	schwankte im Monat um	erfolgte im Viertel-jahrhundert	schwankte im Monat um	
	1	14,6 Mal		4,6 Mal		
Januar . . .	2	5,2	7′ 1″	4,6	7′ 4″	1′ 10″,89
	3	5,2		15,8		
	1	11,3		6		
Februar . .	2	7,2	3 9	9	6 9	2 5,83
	3	6,5		10		
	1	14		9,4		
März . . .	2	6	4 9	4,1	9 5	2 3,21
	3	5		11,5		
	1	4,6		15		
April	2	3,7	5 9	6	9 6½	2 5′81
	3	16,7		4		
	1	2,8		18		
Mai	2	4,6	3 7½	2	6 7½	2 0,96
	3	17,6		5		

Fortsetzung.

Mo..ate.	Drittel-Abtheilungen d. Monate.	Das niedrigste Wasser erfolgte im Vierteljahrhundert	Das niedrigste Wasser schwankte im Monat um	Das höchste Wasser erfolgte im Vierteljahrhundert	Das höchste Wasser schwankte im Monat um	Mittlerer Unterschied des niedrigsten und höchsten Wasserstands.
Juni	1	5,8 Mal		12 Mal		
	2	6,7	3' 10''	2	7' 7''	2' 0'',98
	3	12,5		11		
Juli	1	5		14		
	2	5	3 2	8	5 6	2 2,80
	3	15		3		
August . . .	1	5,8		9,2		
	2	9,6	3 0	7,6	6 3	1 10,62
	3	9,6		8,2		
September .	1	4		13		
	2	6	5 4	5	10 7	2 1,40
	3	15		7		
Oktober . .	1	11		9		
	2	3	4 7½	5	8 1	1 9,21
	3	11		11		
November .	1	14		4		
	2	8	4 6	4	6 5	1 9,44
	3	3		17		
December .	1	15		4		
	2	5	3 10½	11	6 10	1 9,68
	3	5		10		

Vergleicht man diese Übersicht mit der gleichnamigen Elb-Tabelle, so zeigt sich in den Zeiten des Minimums und Maximums beider Ströme eine sehr große Ähnlichkeit, die schon erwartet werden konnte, da ihre Flußgebiete von analogen geographisch-klimatischen Verhältnissen bedingt sind. Die spezielle Nachweisung des niedrigsten und höchsten Wasserstandes in der Oder zeigt aber auch, nach Anleitung der Tage-Spalte, daß dieser Strom ziemlich oft, ja man darf sagen: sehr oft im Zustande der Beharrung sich befindet, wobei er sich nicht an eine gewisse Jahreszeit bindet; dieser Zustand kehret mehr oder weniger in jedem Monat wieder und kann bisweilen von einer vierwöchentlichen Dauer sein.

Die Oderkähne, welche von Stettin aufwärts, einerseits durch den Finow-Kanal, die Havel und den Plauenschen Kanal nach der Elbe, andererseits durch die Warthe, Netze, den Bromberger Kanal und den Brahe-Fluß in die Weichsel kommen, auf dem Narew bis Tykoczin, dem Bugfluß bis Brock, dem Weichselstrom bis Warschau u. s. w. hinauf und bis Elbing und Danzig hinunter gehen können, senken sich bei voller Ladung 3½ Fuß ins Wasser. Seit lange hat der Oderschiffer darüber geklagt, daß er sein Gefäß nicht mehr voll laden könne, wenn er nicht Gefahr laufen wolle, auf den Sänden, wie er sagt (d. h. Sandplaaten, deren Lage in der Oder sehr veränderlich ist), stecken zu bleiben; doch haben diese Klagen in der letzten Zeit bedeütend zugenommen. Eine Einsenkung von 2′ 9″ ist in der Oder, oberhalb der Mündung des Finow-Kanals, gegenwärtig kaum zu erreichen; und jenseits Küstrin nach Schlesien hinauf muß die Ladung noch mehr verringert werden; mit einer Einsenkung von 2′ 3″ hat es in einzelnen Monaten der jüngst verflossenen Jahre sehr schwer gehalten bis Frankfurt, und leere Gefäße hatten Mühe bis Breslau zu kommen, es gelang ihnen nur nach der angestrengtesten Arbeit. Diese Verschlimmerung der Oderschifffahrt schreibt man gewöhnlich einer zunehmenden Versandung des Strombettes bei; allein dies ist nicht die einzige und Haupt-Ursache des Phänomens, vielmehr scheint dasselbe, wie bei der Elbe, vornehmlich von der Verminderung der Wassers bewirkt zu werden, die schon aus der Haupt-Wasserstands-Tabelle, bestimmter aber aus dem folgenden Täfelchen ersichtlich ist:

Nachweisung des Wasserstandes der Oder bei Küstrin in sieben Perioden von 1778 bis 1835.

Periode.	Dauer.	Mittlerer Jahresstand.	Mittleres Sommerwasser.
Von 1778 bis 1780	3 Jahre	5′ 1″,70	4′ 2″,24
1781 — 1790	10 „	5 0,44	4 1,46
1791 — 1800	10 „	3 11,86	3 3,92
1801 — 1810	10 „	4 5,57	3 8,81
1811 — 1820	10 „	3 9,70	3 1,42
1821 — 1830	10 „	3 9,10	3 1,69
1831 — 1835	5 „	3 5,32	2 10,40

Stellt man das erste Jahrzehend neben das letzte, so ergiebt sich, daß in diesem der jährliche Mittelstand der Oder (in runden Zahlen) 1' 3", das mittlere Sommerwasser 1' niedriger geworden ist. Bei der Elbe betragen diese Zahlen 1' 5" und 1' 6"; mithin hat das Sommerwasser der Oder eine verhältnißmäßig geringere Abnahme erlitten als der mittlere Jahresstand.

Die Ursachen dieser Wasserverminderung sind für die Oder dieselben, welche für die Oder nachgewiesen wurden. In den Sudeten, dem Hauptwasser-Reservoir der Oder, haben mit zunehmender Forstkultur die Torfmoose abgenommen; in den Landschaften zur Rechten der Oder, bis zur Mündung der Warthe hinab, sind viele Sumpfgegenden entwässert worden; namentlich ist dieses im Flußgebiet der Bartsch der Fall gewesen, deren breites Thal ehemals eine zusammenhangende Lache bildete. In demjenigen Theile des Odergebietes, welcher dem Königreich Polen angehöret, scheinen die Ursachen der Wasserabnahme weniger thätig und mithin auch weniger wirksam gewesen zu sein, als auf deütschem Boden; mindestens klagen die Schiffer nicht über Wasserverlust in der Warthe, während sie die Oder oberhalb Küstrin, hinsichts der beschwerlichen Fahrt, mit der Netze, demnach mit einem Zuflusse eines ihrer Nebenflüsse vergleichen.

Bei der Diskussion über den Gang des Rheinstroms bei Köln innerhalb eines Jahrs ist die Kurve des Wasserstandes mit der Kurve des atmosphärischen Niederschlags verglichen worden; bei der Elbe unterblieb es, weil wir sie mit der Oder gemeinschaftlich in dieser Hinsicht zu betrachten wünschten; was um so zulässiger sein dürfte, da 1) beide Flußgebiete nahe unter gleichen Klima-Verhältnissen stehen *), und 2) die Beobachtungen über die Regenmenge, wie bereits früher erwähnt wurde, in diesen Gegenden nicht sehr zahlreich sind, die Gruppirung derselben mithin ein genaueres Resultat zu geben verspricht. Die Zusammenstellung der mir bekannten Beobachtungen in den Stromgebieten der Elbe und Oder ist in der nachstehenden Tafel enthalten **):

---

*) Namentlich in Beziehung auf den Niederschlag, was die Nachweisung des Wasserstandes in den zehnjährigen Perioden von 1781 bis 1830 und in der fünfjährigen von 1831 bis 1835 klar beweist. Die Wasserstands-Kurve der Oder innerhalb dieser Perioden läuft mit der gleichzeitigen der Elbe fast vollkommen parallel; ja, auch in der Rhein-Kurve der korrespondirenden Perioden zeigt sich eine Annäherung an diesen Parallelismus.

**) Prag, nach 4jährigen Beobachtungen von Strnadt, aus den Mannheimer Ephemeriden bei Gasparin und Kämtz; Sagan ebendaher, nach 12jährigen Be-

Darstellung der in den Stromgebieten der Elbe und der Oder fal-
mit den mittlern Wasserständen an den

Beobachtungs-Orte.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.
							Stromgebiet
Prag	0″ 5‴,6	1″ 2‴,2	0″ 8‴,0	0″ 9‴,3	2″ 1‴,5	0″ 5″,4	1″ 3‴,7
Erfurt	0 9,2	0 8,4	1 0,0	0 11,4	2 3,0	2 5,4	2 2,5
Dresden	1 5,5	0 6,9	1 6,0	1 2,9	1 4,6	2 9,4	3 1,4
Freiberg	1 7,2	0 7,1	2 2,4	1 10,1	2 1,0	2 11,0	4 8,5
Altenberg	1 5,9	0 6,7	1 6,9	1 5,8	1 9,3	3 7,6	4 5,0
Ober-Wiesenthal . . .	1 4,6	0 11,5	2 7,7	2 3,0	2 1,7	3 0,9	3 0,8
Pessin	2 2,9	1 3,7	2 0,4	1 4,7	2 2,0	1 9,1	2 5,1
Neü-Strelitz	. . . .	. . . .	. . . .	3 5,7	2 4,4	2 9,8	. . . .
							Stromgebiet
Zittau	1 3,2	0 11,4	1 3,1	1 9,2	1 6,8	3 0,4	2 10,3
Sagan	0 11,7	1 1,1	1 0,1	0 11,1	1 0,0	1 10,1	2 2,2
Mittlere Regenmenge .	1 3,5	0 10,5	1 5,6	1 8,5	1 10,6	2 5,7	2 7,6
Elbstand	7′ 7″,3	8′ 7″,3	9′ 9″,9	9′ 7″,8	7′ 8″,2	6′ 5″,9	6′ 1″,0
Oderstand	4 8,0	5 4,8	6 3,8	6 1,9	4 9,5	3 8,5	3 5,8

Regenmenge in den sechs Monaten vom 1. November bis 30. April = 8″ 5‴,4;
Mittlere Höhe des Winterwassers in der Elbe bei Magdeburg . . . . . 8′ 1″,2;
Mittlere Höhe des Winterwassers in der Oder bei Küstrin . . . . 4′ 11″,3

obachtungen (1781—1792) von Preüs. Alle sächsischen Punkte aus Lohrmann's meteorologischen Tafeln (seit 1833 in meinen Annalen der Erdkunde), und zwar: Dresden nach 8jähr. Beob. (1828—1835) von Lohrmann selbst; Freiberg, 7 Jahre (vom 1. Mai 1829 bis Ende 1835) von Reich; Altenberg, 5jähr. Beob. (vom 1. Juni 1830 bis zum Schluß von 1834) vom Grafen Holzendorf, Schütz und Pilz; Oberwiesenthal, 4 Jahre (vom 1. März 1829 bis Dec. 1832) von Art; Zittau, 7jähr. Beob. (1829—1835 von Dreyerhof; Neüstrelitz ist aus 2jährigen Beobachtungen (1830—1831) von Prozell (Manuskript); die geringe Zahl der Beobachtungen auf dieser Station macht die für sie gefundenen Resultate unsicher. Pessin (im Havellande), 6jähr. Beob. (1831—1836) von Neüte (Manuskript, siehe den Zusatz am Schluß des Kapitels).

lenden Regenmenge, nach ihrem mittlern Werthe, und verglichen Pegeln bei Magdeburg und Küstrin.

August.	Septbr.	Oktober.	Novbr.	Decbr.	Winter.	Frühling.	Sommer.	Herbst.	Jahr.
der Elbe.									
3″ 6‴,5	1″ 4‴,4	1″ 5‴,5	1″ 8‴,9	0″ 4‴,1	1″ 11‴,9	3″ 6‴,8	5″ 3‴,4	4″ 6‴,6	15″ 4‴,7
1 7,0	1 9,2	1 3,8	1 9,3	1 2,4	2 8,0	4 2,5	6 2,8	4 10,5	17 11,8
2 5,7	1 10,6	1 0,7	1 2,9	1 7,8	3 7,9	4 1,5	7 4,5	4 2,2	19 4,0
2 10,2	2 10,8	1 4,0	1 9,1	2 2,7	4 5,0	6 1,5	10 5,7	5 11,8	27 0,0
3 9,4	3 3,2	1 3,8	2 0,6	2 2,5	4 3,1	4 9,9	11 10,0	6 7,6	27 6,6
2 11,0	2 8,6	1 3,4	3 2,9	2 5,5	4 9,6	7 0,5	9 0,7	7 2,9	28 1,5
2 2,6	2 1,2	0 10,4	2 6,4	2 8,4	6 3,5	5 7,1	6 4,7	5 2,0	23 4,9
2 6,8	2 9,1	2 1,2	....	....	....	....	....	....	....
der Oder.									
2 7,1	1 9,7	1 0,7	1 3,5	2 2,6	4 5,1	4 7,2	8 5,7	4 2,0	21 8,0
1 10,4	1 1,8	1 5,2	1 1,5	1 2,9	3 3,7	2 11,2	5 10,3	3 8,5	15 9,7
2 8,9	2 2,0	1 3,8	1 10,3	1 9,6	3 11,6	5 0,7	7 10,2	5 4,1	22 2,6
5′ 9″,2	5′ 7″,9	5′ 9″,7	6′ 0″,4	6′ 10″,7	7′ 8″,5	9′ 0″,6	6′ 1″,4	5′ 10″,0	7′ 2″,1
3 0,8	2 11,5	2 10,9	3 3,9	3 10,5	4 7,7	5 9,1	3 4,9	3 0,7	4 2,6

vom 1. Mai bis 31. Oktober = 13″ 7‴,4 Pariser Maaß.

des Sommerwassers . . . . 6′ 3″,0 } Preuß. Maaß.
des Sommerwassers . . . . 3′ 5″,8 }

Die Resultate dieser Tafel bestätigen die schon beim Rhein gemachte Wahrnehmung, daß der monatliche Wasserstand der Ströme in den gemäßigten Klimaten unabhängig ist von dem Gange, welchen die Regenmenge im Verlauf des Jahres nimmt. Die Wasserstands-Kurven der Elbe und Oder, die, bis auf eine kleine Abweichung im September und Oktober, völlig parallel sind, folgen einem ganz andern Gesetze als die Kurve der in dem Gebiete beider Ströme fallenden Regenmenge; im Allgemeinen genommen entsprechen auch hier hohe Wasserstände geringem atmosphärischem Niederschlage, und niedrige Wasserstände einer bedeütenden

Regenmenge: nur in den drei Monaten Juli, August und September giebt sich zwischen den Strom- und Regen-Kurven ein gewisser Parallelismus zu erkennen.

Erörtert man die Ursachen dieser Verhältnisse beider Kurven, so findet sich zunächst, daß die Zeit der größten Regenmenge mit der Zeit der höchsten Temperatur korrespondirt; das Regenwasser wird daher theils schnell verdunstet, theils von dem, durch die größere Wärme aufgelockerten Erdboden begierig verschluckt, so daß es, statt den Flußbetten unmittelbar zugeführt zu werden, die unterirdischen Behälter aufsucht, wo es sich allmälig sammelt und im Spätherbst Zeit gewinnt, als Quellen wieder zu Tage zu treten. Nun beginnt das Anschwellen der Ströme; in beständiger Progression setzt es im Winter fort, weil die Eisdecke den Wasserabfluß hemmt und einen Aufstau bewirkt. Dazu gesellen sich die Schneemassen, welche, den sehr geringen Verlust abgerechnet, den sie durch die Verdunstung und die specifische Wärme des Erdbodens erleiden, auf der Oberfläche liegen bleiben, bis sie in den tiefern Regionen der Stromgebiete von der steigenden Wärme des ersten Frühlings-Monates aufgelöst werden; der Strom ist von seiner Eisdecke befreit worden, die gestauten Wassermassen finden freies Feld; die Fluth wächst noch immer und erreicht ihr Maximum am haüfigsten in den Tagen, welche auf das Frühlings-Äquinoctium folgen; da aber die Verwandlung des Schnees in Wasser mit der zunehmenden Wärme bergan fortschreitet, so dauert der hohe Wasserstand auch noch im April, in der Regel aber nur im ersten Drittel dieses Monats.

So sind die Verhältnisse in der Elbe und in der Oder, die beide, wenn man den Ausdruck beibehalten darf, eine Fluth und eine Ebbe haben. Der Rhein dagegen besitzt, wie oben nachgewiesen worden ist, zwei Fluthen und zwei Ebben; die erste Fluth fällt in die Monate Februar und März, die zweite in den Juli; die Ebben ereignen sich in den Monaten April und Mai, und im Oktober. Im Rhein-Gebiet weicht der Lauf der atmosphärischen Ereignisse von dem in den Stromgebieten der Elbe und Oder herrschenden Gange in so fern ab, als die Wärme früher eintritt und so ein früheres Schmelzen des Schnees, jedoch nur in den mittlern Gegenden des Stromgebiets, bewirkt; darum erfolgt auch die erste Fluth schon im Februar und im ersten Drittel des März. Im obern Gebiet zeigt sich die höhere Wärme viel später; sie steigt allmälig zu den Alpen hinauf, um die Schneeschmelze zu bewirken, mit der sich nach und nach das Abschmelzen der Glätscher-Oberfläche verbindet, und so die zweite Fluth herbeiführt. Diese erhebt sich zwei bis drei Monate

lang zu ihrem Maximum im Juli, kann aber bei Köln nicht die Höhe der Märzfluth erreichen, weil das Wasser auf dem langen Wege von den Alpenthälern bis Köln Zeit gewinnt, unter der immer größer werdenden Temperatur ein bedeütendes Quantum durch Verdunstung an die Atmosphäre abzugeben. Die Abhangigkeit dieser Sommerfluth von der Wärme ist so groß, daß ihre Kurve mit der Temperatur-Kurve der betreffenden Monate fast vollkommen parallel laüft, wie sich aus der nachstehenden Übersicht ergiebt.

Darstellung des Zusammenhangs der Sommerfluth des Rheinstroms mit der Wärme.

Monate.	Rheinhöhe bei Köln.	Temperatur (Centigrade) in		Steigen (+) oder Fallen (—) von Monat zu Monat,			
				des Rheins.	der Temperatur		
		Zürich.	Karlsruhe.		Zürich.	Karlsruhe	Mittel.
Mai . . .	8′ 7″,5	15°,2	15°,2				
Juni . . .	9 2,0	16,4	17,7	+ 6″,5	+ 1°,3	+ 2°,1	+ 1°,6
Juli	9 7,6	18,7	19,4	+ 5,6	+ 2,5	+ 1,7	+ 2,0
August . .	8 8,7	18,5	19,2	— 10,9	— 0,2	— 0,2	— 0,2

Bei Emmerich dagegen schwillt die Sommerfluth fast zu derselben Höhe an wie die Winterfluth; ja sie hat diese, in dem Zeitraume von **1782** bis **1836**, sogar überschritten. Ein so beträchtliches Steigen des Sommerwassers, namentlich der Sommerfluth, setzt voraus, daß die Zuflüsse, welche der Rhein unterhalb Köln aufnimmt, in den betreffenden Monaten eine sehr bedeütende Wassermenge führen müssen. Bereits oben (im dreißigsten Kapitel) sind die klimatischen Verhältnisse des Landes erörtert worden, von dem diese Zuflüsse gespeist werden.

So haben wir den Gang erforscht, welchen drei große Ströme der gemäßigten Zone Eüropa's im Verlaufe der Monate, Jahreszeiten und des ganzen Jahres nehmen, und gefunden, daß dieser Gang innerhalb bestimmter Gränzen sich bewegt, die nur in seltenen Fällen, als Resultat außerordentlicher atmosphärischer Ereignisse, überschritten werden können. Den Phänomenen der elastisch-flüssigen Erdhülle analog sehen wir das fließende Element des festen Landes bestimmten Gesetzen folgen; aber

diese liegen, wie bei jenen, unter einer Menge von Anomalien verdeckt, und lassen sich nur in einer langen Reihe von Beobachtungen erkennen, deren Mittelwerthe aufgesucht werden müssen, wenn die Gesetze klar hervortreten sollen. Darf der Hoffnung Raum gegeben werden, daß diese Bedingung für die in Rede stehenden drei vaterländischen Ströme erfüllt worden sei, so giebt die vorliegende Untersuchung vielleicht Anlaß, die Diskussion auch auf andere große Ströme Eüropa's auszudehnen, unter denen die Wolga, die Donau, die Loire und der Tajo vorzugsweise geeignet sein mögten, die Aufmerksamkeit in Anspruch zu nehmen*). Wir wenden die unsrige, zum Schluß dieses Kapitels, zwei Strömen des nordöstlichen Eüropa zu, um an denselben verwandte Phänomene kennen zu lernen.

Die Newa.

Für diesen Strom hat Jackson sehr lehrreiche Beobachtungen über das Gefrieren des strömenden Wassers im Verhältniß zur zunehmenden Luftkälte angestellt.

Die Newa, bemerkt er, ist, wenn sie gleich ein Fluß genannt wird, eigentlicher ein Bosporus oder eine Meerenge. Ihre Länge von Schlüsselburg, am südwestlichen Winkel des Ladoga-Sees, bis zur Mündung beträgt 9⁶/₇ deütsche Meilen; ihre Richtung ist die einer geraden Linie von O. nach W.; die mittlere Breite beträgt ungefähr 1500 englische Fuß, und die Tiefe, welche an vielen Stellen bedeütend ist, läßt sich im Fahrwasser durchschnittlich zu 50 Fuß annehmen. Das Wasser der Newa ist, wie bereits früher angeführt wurde, außerordentlich klar, sehr schmackhaft und sehr gesund.

Dieser schöne Strom ist der große und einzige Abflußkanal für die Wasser der vier großen Seebecken des Onega, Ilmen, Saïma und Ladoga, von denen der zuletztgenannte See die Wasser der übrigen drei aufnimmt. Zehn verschiedene Flüsse ergießen sich in den Onega, der von N. nach S. 27 deütsche Meilen lang, und von O. nach W. 10 Meilen breit ist. Er entladet sich in den Ladoga-See vermöge des Swir, eines Flusses von 29 Meilen Länge und sehr ungleicher Breite, indem er an einigen Stellen nur 210 Fuß mißt, an andern aber sich zu einer Fläche von ²/₇ d. Meile (2 Werst) ausdehnt; in dieser Beziehung läßt sich der Swir mit der Havel vergleichen.

*) Für die Wolga hat Erdmann einige Andeütungen gegeben, die wir weiter unten mittheilen.

Der Ilmen ist 8 Meilen (55 Werst) von N.O. nach S.W. lang und ungefähr 4⅛ Meilen von N.W. nach S.O. breit. Dieser See nimmt eilf Flüsse auf, und sein Abzugskanal in den Ladoga ist der Wolkoff, ein Fluß von 29½ d. Meilen Länge und 1400 Fuß durchschnittlicher Breite.

Den Saïma, welcher eher eine Anhaüfung von, unter einander in Verbindung stehenden, Seen, Golfen und Baien aller Gestalten und Größen als ein regelmäßig gebildetes, einziges Wasserbecken genannt werden kann, schätzt Peter Friccius auf 18⁴⁄₇ d. Meilen in der Richtung von W.S.W. nach O.N.O., und 17¹⁄₇ Meilen von N. nach S.; doch auf schwedischer Seite ist er ungefähr 40 Meilen länger. Er zahlet seinen Tribut dem Ladoga vermittelst des Wokscha, der einen 25⁵⁄₇ Meilen langen, nach Richtung und Breite aber sehr unregelmäßigen Lauf hat und wegen seiner vielen Wasserfälle nicht schiffbar ist; der bedeütendste unter diesen Katarakten ist der von Imatra, welcher über 32 Fuß Höhe hat.

Außer dem Swir, dem Wolkoff und Wokscha nimmt der Ladoga dreizehn andere Flüsse auf. Dieser See, der größte in Eüropa, ist ungefähr 25 Meilen lang und 15 Meilen breit und von länglich runder Gestalt.

Die Flächeninhalte der vier Seen werden folgender Maßen geschätzt:

Der Onega . .	430	Geviertmeilen, nach Längenmeilen, deren 25 = 1° gerechnet werden.
Der Ilmen . .	36	
Der Saïma . .	210	
Der Ladoga . .	830	
	1506	

Von solch' einer Wasserversammlung, — auf welche die Verdunstung, so intensiv die solare Wärme während ihrer Thätigkeit auch sein mag, (mittlere Sommer-Temperatur von St. Petersburg, nach Kämtz, $16°,_{02}$, der von London fast gleich, nur 2° geringer als die Sommerwärme von Paris), nur drei bis vier Monate im Jahre wirkt, — läßt sich ein ungeheürer Abfluß erwarten. In der That ist dies auch der Fall; nach den Beobachtungen von Henry, welche Jackson mittheilt, beträgt die Wassermenge, die von der Newa in den Finnischen Meerbusen ausgeschüttet wird, 116,000 englische Kubikfuß, oder $3284,_{58}$ Kubikmeter in der Sekunde; ein Quantum, welches nur einen verhältnißmäßig geringen Theil von acht kleinen, zwischen dem Ladoga und St. Petersburg in die Newa mündenden Flüssen empfängt.

Diese Wassermasse ist fast noch ein Mal so groß als das Volumen des Rheins oberhalb der Delta-Spaltung, und das Volumen der Seine

in Paris muß fast dreizehn Mal vervielfältigt werden, um die Wassermenge der Newa zu geben.

Bei St. Petersburg theilt sich der Strom in mehrere Delta-Arme, von denen der größte, an der Stelle, wo Jackson seine weiter unten zu erwähnenden Temperatur-Beobachtungen anstellte, 1260 engl. Fuß breit ist und ein Wasservolumen von 2095 Kubikmeter in der Sekunde schüttet. Dies ist also eben so viel als der holländische Oberrhein und die Seine in Paris (diese bei mittlerem niedrigen Wasserstande) zusammen genommen ausschütten. Die gewöhnliche Geschwindigkeit der Newa ist 37 engl. Zoll oder $0^m,9398$ in der Sekunde, was mit der Geschwindigkeit der Waal nahe korrespondirt.

Die große Mächtigkeit der Newa-Eisdecke, welche selten unter, oft aber über drei Fuß dick ist, schreibt Jackson dem Zusammenwirken von zwei Ursachen zu: dem Treibeis des Ladoga, und der langen Dauer des Winters. Die mittlere Winter-Temperatur von St. Petersburg beträgt, nach Kämtz' Angabe, — $9°,_{03}$; die mittlere Maximum-Kälte ist, nach Jackson — $30°,_3$; aber es sind auch Fälle bekannt, wo das Thermometer auf $37°\,^3/_4$ und $38°,_6$ unter den Gefrierpunkt herabgegangen ist, (siehe I. Band S. 244).

Das Treibeis des Ladoga kommt mehrentheils um die Mitte des Novembers, zuweilen schon im Oktober, zuweilen auch, obschon seltener, erst im December. Die Kälte tritt so plötzlich und heftig ein, daß vier und zwanzig Stunden Frost hinreichen, rund um die Ränder der nördlichen Seen eine Eiskante von 2 bis 5 Zoll Stärke zu legen, die fast eben so schnell von den Stürmen zerbrochen wird, denen diese Seen ausgesetzt sind. Dies Ereigniß wird sofort mittelst des Telegraphen nach St. Petersburg gemeldet. Die Polizei ist auf den Beinen, und in vier und zwanzig Stunden, mehr oder weniger, giebt die Ankunft der ersten Eisschollen das Signal zum Abfahren der Schiffbrücken, vermittelst deren die Verbindung über den Fluß zwischen den verschiedenen Stadttheilen unterhalten wird. Bald darauf treiben große Eisschollen den Strom herab und verkünden den Eintritt des Winters.

Ist das See-Eis in kleine Stücke gebrochen, so geht es zuweilen in den Meerbusen ab, ohne den Fluß zu verstopfen; sind aber die Schollen groß, so klemmen sie sich gegen einander und bleiben nicht allein zusammen hangen, sondern halten auch das Forttreiben der nachfolgenden auf. Zwischen diesen Massen sind indessen große Flächen offenes Wasser. In diesem Zustande genügt bisweilen ein heftiger Wind, die Eisschollen aus einander zu reißen und ihren Fortgang zu begünstigen, wenn der Fluß

aufs Neüe frei wird. Allein dieses tritt nicht haüfig ein. Setzen sich die Schollen, so ist die Verbindung eine Weile ganz unterbrochen, nicht weil das Eis nicht tragen will, sondern wegen der ungefrornen Stellen, die um so gefährlicher sind, je kleiner sie sind; denn hat sich nur ein Eishäutchen gebildet, so werden sie von Schnee belegt und versteckt.

Hat sich nun das Eis festgesetzt, so eilt man, gleich unterhalb der Brücke ein Fahrwasser quer über die Eisdecke aufzuhauen. Dieser Raum bleibt mehrere Wochen lang unbedeckt und friert nur sehr allmälig vom Eisrande aus gegen die Mitte; ein Beweis, daß die Strömung zu groß ist, den Fluß in gewöhnlichen Wintern, ohne das Treibeis des Ladoga-Sees, zum Stehen zu bringen.

Die Temperatur der Luft wird nun merklich kälter, und in kurzer Zeit das Eis, außer an der eben genannten offenen Stelle, so stark, daß Fußgänger den gefrornen Fluß nach allen Seiten passiren. Noch einige Tage länger, und man hält ihn für Wagen und Schlitten praktikabel; breite Wege werden durch Reihen von Fichtenzweigen abgesteckt und Bretter-Brücken von den Kaien aufs Eis angelegt. Der Fluß nimmt nun das Ansehen eines flachgrundigen Thales an, welches mit Schnee bedeckt ist; Wagen, Schlitten, Kaufmannswaaren, Fußgänger, Soldaten in ganzen Regimentern passiren und repassiren nach allen Richtungen; man denkt nicht mehr daran, daß ein tiefer Strom seine gewaltigen Wassermassen zu unsern Füßen dahin rollt.

Dieser Zustand der Dinge dauert in der Regel fast fünf Monate lang; zuweilen sogar ein halbes Jahr. Die folgende Tabelle, welche Jackson graphisch dargestellt hat, enthält die nähern Bestimmungen für einen Zeitraum von hundert und sechszehn Wintern. Wünschenswerth wäre es gewesen, die Temperatur eines jeden derselben hinzuzufügen; in Ermangelung der dazu nöthigen Thermometer-Beobachtungen, ist die mittlere Temperatur der Monate Oktober bis April, nach Kämtz' Angaben, eingeschaltet worden.

Kronologische Übersicht vom Eisstande der Newa bei St. Petersburg in den 116 Jahren von 1718 bis 1834.

Winter auf	Dauer des Eises.			Mittlere Temperatur nach 10jährigen Beobachtungen.
	Vom	Bis	Tage.	
1719	11 Novbr.	19 April	160	
1720	30 —	11 —	134	
1721	7 Novbr.	10 April	155	
1722	20 —	15 —	147	
1723	28 —	22 März	115	
1724	16 —	5 April	142	
1725	17 —	12 —	147	
1726	28 Novbr.	6 April	130	
1727	24 —	14 —	142	
1728	30 —	27 März	119	
1729	16 —	6 April	142	
1730	30 —	12 —	134	
1731	9 Novbr.	24 April	167	
1732	20 —	4 —	137	
1733	27 —	14 —	139	
1734	23 —	15 —	144	
1735	1 —	26 März	146	
1736	6 Novbr.	12 April	158	
1737	7 —	11 —	156	
1738	9 —	11 —	154	
1739	9 —	26 —	169	
1740	24 Oktbr.	24 —	183	
1741	14 Novbr.	19 April	157	
1742	14 —	26 —	164	
1743	21 —	30 März	130	
1744	20 —	5 April	138	
1745	16 —	10 —	146	

Fortsetzung.

Winter auf	Dauer des Eises. Vom	Bis	Tage.	Mittlere Temperatur nach 10jährigen Beobachtungen.
1746	28 Oktbr.	14 April	169	
1747	8 Novbr.	25 —	169	
1748	8 —	14 —	159	
1749	3 —	24 —	173	
1750	20 —	25 März	126	
1751	23 Oktbr.	26 März	155	
1752	7 Novbr.	6 April	152	
1753	16 —	6 —	142	
1754	26 —	7 —	133	
1755	16 —	3 —	139	
1756	24 Novbr.	2 April	131	Oktober + 3°,2
1757	12 —	28 März	137	November — 4,6
1758	20 —	9 April	141	December — 7,5
1759	4 —	9 —	157	Januar — 10,5
1760	9 —	21 —	165	Februar — 9,3
1761	18 Novbr.	4 April	138	März — 7,0
1762	15 —	2 —	139	April + 1,5
1763	20 —	23 —	155	Winter — 9,03
1764	8 —	1 —	146	
1765	24 —	29 März	126	
1766	24 Novbr.	8 April	136	
1767	23 —	1 —	130	
1768	23 —	15 —	145	
1769	1 Decbr.	6 —	127	
1770	20 Oktbr.	6 —	168	
1771	11 Novbr.	19 April	160	
1772	12 —	7 —	148	
1773	12 Decbr.	5 —	115	
1774	8 Novbr.	10 —	155	
1775	27 Oktbr.	11 —	167	

Fortsetzung.

Winter auf	Dauer des Eises.			Mittlere Temperatur nach 10jährigen Beobachtungen.
	Vom	Bis	Tage.	
1776	31 Oktbr.	14 April	167	
1777	1 Novbr.	19 —	170	
1778	15 —	8 —	145	
1779	2 —	31 März	150	
1780	21 —	10 April	142	
1781	10 Novbr.	14 April	156	
1782	11 —	7 —	148	
1783	14 —	14 —	152	
1784	5 —	14 —	159	
1785	24 —	22 —	150	
1786	27 Novbr.	11 April	136	
1787	26 Oktbr.	13 —	170	
1788	14 Novbr.	9 —	148	
1789	5 —	19 —	166	
1790	14 —	21 —	159	
1791	14 Novbr.	10 April	148	
1792	25 —	31 März	128	
1793	11 —	9 April	150	
1794	20 —	31 März	132	
1795	3 Decbr.	9 April	128	
1796	30 Novbr.	11 April	134	
1797	14 —	4 —	142	
1798	11 —	8 —	149	
1799	14 —	8 —	146	
1800	23 —	12 —	141	
1801	11 Novbr.	5 April	146	
1802	8 Decbr.	24 März	107	
1803	28 Oktbr.	29 —	153	
1804	5 Novbr.	14 April	163	
1805	28 Oktbr.	9 —	164	

Schluſs.

Winter auf	Dauer des Eises.			Mittlere Temperatur nach 10jährigen Beobachtungen.
	Vom	Bis	Tage.	
1806	16 Oktbr.	14 April	180	
1807	29 —	28 —	182	
1808	24 Novbr.	13 —	142	
1809	17 —	16 —	151	
1810	2 —	30 —	180	
1811	3 Novbr.	12 April	161	
1812	18 Oktbr.	15 —	180	
1813	29 —	31 März	153	
1814	29 Novbr.	6 April	129	
1815	26 —	12 —	138	Oktober + 3°,2
				November — 4,6
1816	20 Novbr.	11 April	144	December — 7,5
1817	8 —	11 —	155	Januar —10,5
1818	9 —	17 —	160	Februar — 9,3
1819	15 —	9 —	146	März — 7,0
1820	27 Oktbr.	5 —	162	April + 1,5
				Winter — 9,03
1821	2 Novbr.	14 April	164	
1822	23 —	6 März	104	
1823	10 Decbr.	28 —	109	
1824	7 Novbr.	3 April	149	
1825	6 Decbr.	6 —	122	
1826	21 Novbr.	23 März	123	
1827	14 Decbr.	1 April	109	
1828	5 —	11 —	129	
1829	7 Novbr.	21 —	166	
1830	5 —	9 —	156	
1831	19 Novbr.	4 April	137	
1832	15 —	4 —	142	
1833	1 —	13 —	164	
1834	20 —	31 März	132	

In dieser Tafel hat man auf die Intermittirungen des Eisstandes, d. h. auf den Zustand des Setzens und Wiederaufgebens, welcher zuweilen, beim Zugang namentlich in der Periode von 1791 bis 1796, vorgekommen ist, nicht Rücksicht genommen. Die Tafel enthält nur die Dauer der ununterbrochen feststehenden Eisdecke.

Sie zeigt uns als früheste Epoche, wann die Newa mit Eis belegt werden kann, den 16. Oktober; als späteste den 14. December; diese Zeit schwankt mithin um 59 Tage.

Dagegen zeigt sie als früheste Epoche, wann die Newa vom Eise befreit werden kann, den 6. März; als späteste den 30. April; diese Zeit schwankt folglich um 55 Tage, oder um 4 Tage weniger als die Zeit des Zugangs.

Der Zugang erfolgt innerhalb drei, der Aufgang innerhalb zwei Monaten; und zwar auf folgende Weise:

Innerhalb der letzten 117 Jahre ist

Die Newa zugefroren:

Oktober	Vom 16 bis 20 einschließlich	3	13	116 Mal
	21 — 25	2		
	26 — 31	8		
November	Vom 1 bis 5 einschließlich	12	95	
	6 — 10	18		
	11 — 15	20		
	16 — 20	20		
	21 — 25	14		
	26 — 30	11		
December	Vom 1 bis 5 einschließlich	3	8	
	6 — 10	3		
	11 — 12	1		
	Den 14	1		

Das Newa-Eis aufgegangen:

März	Den 6 einschließlich	1	18	117 Mal
	Vom 1 bis 5	4		
	26 — 31	13		
April	Vom 21 bis 25 einschließlich	18	99	
	6 — 10	28		
	11 — 15	32		
	16 — 20	8		
	21 — 25	9		
	26 — 30	4		

Diese Übersicht lehrt, daß es verhältnißmäßig zu den Seltenheiten gehört, wenn die Newa schon im Oktober oder erst im December ihre Eisdecke erhält. Der gewöhnliche Termin fällt innerhalb der fünfzehn Tage vom 5. bis 20. November; in dieser Periode geschah es in den 116 Jahren 58 Mal, d. i. gerade die Hälfte; woraus folgt, daß jedes zweite Jahr auf diesen Zeitraum beim Zufrieren der Newa gerechnet werden kann. Der Eisaufbruch erfolgt höchst selten vor dem 21. März (in 117 Jahren nur ein Mal) und nach dem 26. April (in demselben Zeitraum vier Mal); die gewöhnliche Zeit des Abgangs der Eisdecke fällt in die Tage vom 6. bis 15. April (diese Periode ist mithin um 5 Tage kürzer als die des Zugangs); auch bei ihm jedes zweite Jahr auf diesen Zeitraum zu rechnen.

Legt man die oben hervorgehobenen äußersten Zeitpunkte zum Grunde, so hat man:

Zugang.	Aufgang.	Dauer.
16 Oktober	30 April	197 Tage = Maximum,
14 Decbr.	6 März	83 Tage = Minimum;

d. h. es könnte wol mal einen Winter geben, wo die Newa diese Zeiten inne hielte; allein sie hat es während der jüngst verflossenen hundert sechszehn Jahre nie gethan; denn es ist, im Gegensatz zu jener imaginären längsten und kürzesten Dauer des Eisstandes:

Das wirkliche Maximum 183 Tage, im Winter 1739—1740.

Das wirkliche Minimum 104 Tage, im Winter 1821—1822.

Zwischen den Zahlen der mittlern Dauer der Newa-Eisdecke besteht ein merkenswerthes Verhältniß. Die Größe dieser mittlern Dauer ergiebt sich nämlich nach:

dem imaginären Maximum und Minimum = 140 Tagen,
dem wirklichen Maximum und Minimum = 143½ —
der ganzen Beobachtungsreihe v. 1718—1834 = 147 —

so daß zwischen je zwei Resultaten eine (ob zufällige?) Vermehrung von 3½ Tagen obwaltet.

Das zuletzt angeführte Resultat drückt aber den wahren Werth der mittlern Dauer aus; und wir sehen mithin, daß die Newa in jedem Jahre fast fünf Monate lang mit Eis belegt sein kann. Dieses Medium wurde zwei Mal genau, und läßt man es auf ± 1 Tag nicht ankommen, eilf Mal sehr nahe inne gehalten; in 57 Wintern wurde es überschritten; eben so viele Winter blieben hinter demselben zurück. Während die Newa in den Monaten Januar und Februar beständig eine Eisdecke trägt, ist

sie in den fünf Monaten Mai bis September stets offen; die mittlere Dauer des offenen Wassers berechnet sich auf 218 Tage oder 7 Monate und 1 Woche.

Im sechsten Kapitel dieser Umrisse der physikalischen Erdbeschreibung haben wir uns mit Beantwortung der Frage beschäftigt, ob sich die Temperatur seit den historischen Zeiten verändert habe? (1r Theil, S. 232 ff.) Die Beobachtungen über die Dauer der Newa-Eisdecke geben einen neüen Beitrag zu dieser Untersuchung und liefern, wie Jackson sehr richtig bemerkt, mindestens den Beweis, daß, wenn auch das Klima in der Mündungsgegend der Newa seit der Gründung von St. Petersburg durch Ausrottung der Wälder, Entwässerung der Sümpfe, durch die Kultur überhaupt milder geworden sein mag, keine Veränderung in der periodischen Wiederkehr der Jahreszeiten oder in ihrer Dauer Statt gefunden hat. Schon der Blick auf unsere obige Haupttabelle besagt dies (so sehen wir den Winter 1719 mit 160 Eistagen, den Winter 1833 mit 164); noch schärfer springt es aber in's Auge, wenn man die Jahrgänge zu größeren Perioden gruppirt, wie in der folgenden Tafel geschehen ist.

Periode.	Größe der Periode.	Mittlere Dauer der Newa-Eisdecke in jedem Winter.
Von 1719 bis 1720	2 Winter	147,0 Tage
1721 — 1730	10	137,3
1731 — 1740	10	155,5
1741 — 1750	10	153,1
1751 — 1760	10	145,2
1761 — 1770	10	141,0
1771 — 1780	10	151,9
1781 — 1790	10	154,4
1791 — 1800	10	139,8
1801 — 1810	10	156,8
1811 — 1820	10	152,8
1821 — 1830	10	133,1
1831 — 1834	4	143,75
Von 1721 bis 1770	50 } 100	146,38 } 148,76
1771 — 1820	50	151,14
1719 — 1834	116	 147,03

Digitized by Google

Die kleinste Durchschnittszahl der Eistage fällt in die Periode von 1821 bis 1830 mit 133; aber gerade ein Jahrhundert früher finden wir fast dieselbe Zahl, nämlich 137, zu einer Zeit, wo die Ursachen einer strengern Kälte wol noch in ihrer ganzen Kraft vorhanden waren. Auch sehen wir den mittleren Werth der Eistage in den vier Jahren von 1831 bis 1834 den Mittelwerth des, mit 1820 endigenden vollen Jahrhunderts, so wie den Mittelwerth aller hundert und sechszehn Jahre bis auf eine Kleinigkeit wieder erreichen.

Unter einen allgemeinen Gesichtspunkt gestellt, ergiebt sich folgende

Vergleichende Übersicht des Eisstandes in der Elbe, Oder und Newa.

Ströme.	Latitudo N.	Longitudo O. Paris.	Äußerste Zeitpunkte		Mögliche	Mittlere wirkliche	Temperatur des Winters.
			Vom	Bis	Dauer des Eisstandes.		
Elbe bei Magdeburg . . .	52° 7′	9° 18′	4 Novbr.	11 April	159 Tage	62 Tage	+ 1°,2
Oder bei Küstrin.	52 35	12 18	4 —	25 —	173 —	70 —	— 1,4
Newa bei St. Petersburg	59 56	28 0	16 Oktbr.	30 —	197 —	147 —	— 9,0

Man sieht aus diesem Täfelchen, daß es an der Oder acht Tage länger Winter ist als an der Elbe; der Unterschied zwischen der Oder und Newa beträgt aber eilf Wochen *).

Mit dieser langen Dauer des Petersburger Winters steht die Dicke, welche das Newa-Eis erreicht, im Verhältniß. Jackson glaubt annehmen zu dürfen, daß mit einer Mehr-Anhaüfung von ungefähr 30° (genauer: 25° R.) Kälte 1 Zoll zunehmende Stärke des Eises verknüpft sei. Seine Beobachtungen sprechen in der That sehr dafür. Er begann dieselben am 9. Januar und endigte sie am 4. März (1834); ihre Zahl belaüft sich im Ganzen auf ein und vierzig. Ohne Wahl nehmen wir nur drei heraus: Am 9. Januar war das Eis 16 7/8 Zoll dick, und am 1. Februar war es bis 27 1/8 Zoll gewachsen; der Unterschied beträgt mithin 10 1/4 Zoll. Die Summe der Temperaturen betrug aber seit dem ersten Tage 305° 1/4; mithin kommen 29°,8 Kälte auf einen Zoll Eis. Am 4. März fand

*) Die Winter-Temperatur von Magdeburg gründet sich auf die Beobachtungen des Professors Kothe; ob sie auf wahre Media zurückgeführt worden sind, ist mir nicht bekannt. Die für Küstrin angegebene Temperatur ist die von Wriezen, welches nur 8′ nördlicher liegt als Küstrin. Nach A. von Humboldt ist die Winter-Temperatur von Petersburg nur — 8°,3 Cent.

Jackson das Eis $32^{5}/_{8}$ Zoll stark; daher Anwachs seit dem ersten Tage $15^{3}/_{4}$ Zoll; Summe der Temperaturen seit eben demselben $480°,_{2}$; folglich entsprechen, nach diesem Vergleich, $30°,_{5}$ Kälte einem Zoll Eis.

In einem vorhergehenden Kapitel (1r Theil, S. 233 ff.) haben wir von den strengen Wintern früherer Jahrhunderte gesprochen und mehrerer Beispiele von außerordentlich mächtigem Flußeise, nach den alten Nachrichten, erwähnt. Auch Jackson gedenkt einiger dieser Angaben, namentlich der Eisdecke des Schwarzen Meeres im Winter 763—4, des Zufrierens der Rhone im Winter 1363—4, woselbst das Eis eine Mächtigkeit von 15 Fuß erreicht haben soll, und des strengen Winters 1708—9, in welchem die Maas bei Namur während der zehn Wochen anhaltenden Kälte 5 Fuß tief gefror; allein betrachten wir, fügt er hinzu, die Klimate des Schwarzen Meeres und der südlichen Parallelen der Rhone und von Namur, im Vergleich nämlich mit der Parallele von Petersburg, so müßte die Kälte, welche jene Wirkungen hervorbringen konnte, eine Intensität erreicht haben, von der wir uns gar keinen Begriff machen können. Treten die Natur-Erscheinungen aus ihren gewöhnlichen Schranken heraus, so ist der Mensch nur zu geneigt, sie zu überschätzen und Wunderbares von ihnen zu verkünden. Die größte Stärke des Eises, welche Jackson in der Newa bemerkte, betrug 3′ 6″, wobei das Treibeis des Ladoga-Sees $2''^{1}/_{2}$ dick gewesen war; und dieses Maximum fand sich nur an einer Stelle; im Durchschnitt war, während des Winters 1833—34, die Mächtigkeit ungefähr 30 Zoll. Aus der Hauptwasserstands-Tabelle der Elbe wissen wir, daß die Eisdecke dieses Stroms bei Magdeburg 24 bis 26 Zoll stark werden kann (im Winter 1788—89); vielleicht könnte die mittlere Stärke also auch in diesem Strome zu 30″ anzunehmen sein. Nun aber verhält sich der Winter zu Magdeburg zu dem Winter von St. Petersburg, hinsichts der Intensität, gewiß wie 1 zu 18 (die Winter-Temperatur von Magdeburg zu $-0°,_{5}$ angenommen), und hinsichts der Dauer fast wie 1 zu $2^{4}/_{10}$; die gleiche Stärke des Eises in beiden Strömen muß also ihren Grund in der verschiedenen Geschwindigkeit haben: je größer diese ist, desto geringer wirkt die Kälte auf den flüssigen Körper, und umgekehrt, bei geringerer Geschwindigkeit nimmt die Thätigkeit der Minus-Temperatur zu. Wir haben gesehen, daß die mittlere Geschwindigkeit der Newa $0^{m},_{94}$, die der Elbe bei Magdeburg (nach Müller) $0^{m},_{62}$ in der Sekunde beträgt; ja letztere wird für den vorliegenden Fall auch geringer anzunehmen sein, denn das Eis tritt in der Elbe gemeiniglich bei niedrigen Wasserständen ein, für die Müller die Geschwindigkeit zu $0^{m},_{47}$ in der Sekunde angiebt.

Auch über die Temperatur der Wasserschichten unter der Eisdecke der Newa hat Jackson interessante Beobachtungen angestellt, die sich folgender Maßen rekapituliren lassen: —

Tiefe.	Zahl der Beobachtungen.	Mittlere Temperatur.
Oberfläche des Wassers	21	$0^0{,}00$ Cent.
bei 7 Fuß (engl.)	2	0,00
14 —	4	+ 0,025
18 —	2	+ 0,0625
21 —	2	+ 0,0500
28 —	5	+ 0,0725
34 — (Grund)	6	+ 0,0687

Sieht man ab von der Temperatur bei 21 Fuß Tiefe, die vielleicht mit einem Beobachtungsfehler behaftet ist, so zeigt sich deütlich ein Wachsen der Temperatur mit zunehmender Tiefe bis zu einer Wasserschicht, welche 28 Fuß unter der Oberfläche liegt; dann nimmt sie aber gegen den Boden des Flußbettes hin wieder etwas ab, was ohne Zweifel von der geringern Geschwindigkeit herrührt, welche die Erzeügung von Grundeis begünstigt. Von diesem war in der Nähe des Beobachtungsortes sicherlich etwas (früher gebildetes) vorhanden und wirkte so auf das Thermometer. Die Beobachtungen zeigen, daß die Geschwindigkeit des strömenden Wassers unter der Eisdecke es ist, welche die Vermehrung der Eisstärke verhindert, denn da das Wasser in der Tiefe von 7 Fuß bis auf die Temperatur des Nullpunktes abgekühlt war, so mußte es auch gefrieren, hätte die, gewiß auch beschleünigte, gleichförmiger gewordene Bewegung (keine Erschütterung) nicht ein Hinderniß entgegen gestellt. Die verhältnißmäßig große Schnelligkeit, womit die Oberfläche der Newa fest wird, verhindert es ferner, daß die ganze Wassermasse nicht Zeit gewinnt, sich bis auf den Gefrierpunkt abzukühlen; was bei offenem Wasser insbesondere durch eine der Wasserströmung entgegengesetzte Luftströmung befördert werden soll, welche die Wasserschichten, und also auch ihre Temperatur unter einander zu mengen strebt. Eine Bestätigung hiefür findet sich in den Wasserstandstabellen des Pegels bei Küstrin. Die Oder fließt daselbst, der Hauptrichtung nach, von Süden nach Norden; und der Beobachter hat das Grundeis stets angemerkt; jedes Mal ist es erschienen, wenn den Tag oder einige Tage vorher nördliche Winde geweht hatten. In der

Havel bei Potsdam zeigt sich das Grundeis am haüfigsten, wenn südliche Winde wehen, die der Stromdirektion zwischen Spandaú und Potsdam entgegen gehen.

Kasan (Lat. 55° 48′ N., Long. 46° 44′ O.) hat eine Winter-Temperatur, welche nach A. von Humboldt's Bestimmung 10° niedriger ist als die von Petersburg. Folgende von Fuchs angestellte und von Erdmann mitgetheilte Beobachtungen geben Auskunft über die Dauer des Eises in der Wolga bei Kasan:

Winter auf	Die Wolga bei Kasan		Dauer des Eises.
	fror zu	ging auf	
1807	......	2 April	......
1808	23 Decbr.	10 —	110 Tage
1809	31 Oktbr.	11 —	162
1810	28 —	12 —	166
1811	29 —	14 —	169
1812	16 —	6 —	174
1813	29 —	31 —	153
1814	19 Nov.	......	......
Mittlere Dauer			155 Tage

Erdmann fügt hinzu, im Durchschnitt wäre die Wolga 214 Tage lang offen und zwar von der Mitte des Aprils bis zur Mitte des Novembers, und die Schifffahrt würde ungefähr 200 Tage lang betrieben. Ob sich diese Angabe auf eine längere Beobachtungsreihe gründet, findet sich nicht angegeben.

Beim Aufbrechen der Wolga steigt das Wasser über die Ufer und veranlaßt eine weit ausgebreitete Überschwemmung, welche die sechs Werste, oder fast eine deütsche Meile, breite Fläche zwischen Kasan und dem Strome bedeckt und sich oft bis in die niederen Theile der Stadt selbst erstreckt. So stieg das Wasser dieses Stroms, z. B. im Jahre 1812, vom 12. April bis zum 12. Mai um 14 Arschinen 15 Werschock, das ist ungefähr 35′ engl. über seinen gewöhnlichen Stand. Bei diesem Steigen wird dann natürlich auch der Abfluß des Wassers in der Kasanka gehemmt; sie füllt sich von der Wolga her stärker an, und aus ihr strömt das Wasser wieder in den Bulack und durch denselben in die Kaban-

Seen. Der erstere erreicht dadurch eine Höhe und Breite, bei welcher er ansehnliche Fahrzeüge zu tragen im Stande ist, und begünstigt um diese Zeit den Binnen-Handel außerordentlich; in den letzteren dagegen wird durch die erwähnte Überschwemmung das bis dahin noch stehende Eis gehoben, gebrochen und beim Abfluß des Wassers mit hinweggespült, der ganze Kaban aber gereinigt. Die folgende Tabelle zeigt das Verhältniß des Steigens der Kasanka für einen Zeitraum von neün Jahren.

Steigen und Fallen der Kasanka, bei Kasan, im Frühjahr.

Jahr.	Anfang des Steigens.	Größte Höhe		Anfang des Fallens.	Ende des Fallens.
		den	Betrag.		
1805	13 April	9 Mai	27′ 2″,5	15 Mai	21 Juni
1806	6 —	3 —	27 2,5	5 —	15 —
1807	26 März	30 April	27 11,0	2 —	20 —
1808	3 April	7 Mai	28 4,5	8 —	11 —
1809	11 —	13 —	24 7,5	16 —	16 —
1810	10 —	10 —	19 5,5	13 —	21 —
1811	11 —	14 —	29 8,5	15 —	17 —
1812	3 —	10 —	25 1,0	13 —	25 —
1813	27 März	2 —	24 4,5	5 —	11 —

Das Steigen dauerte 27 bis 38 Tage; in der mittleren Zahl 33 Tage.

Das Stehen 1 bis 4 Tage; in der mittlern Zeit 2 Tage.

Das Fallen 33 bis 50 Tage; im Mittel 42 Tage.

Die Höhe betrug 19′ 5‴½ bis 29′ 8‴½; in der mittlern Zahl 24′ 7″. Die Anschwellungen der Wolga sind also in ihrem mittlern Zustande um ein namhaftes ansehnlicher als das analoge Phänomen im Rhein, in der Elbe und der Oder.

In Wjatka (Lat. 58° 20′ N.) wurden während eines fünfjährigen Zeitraums folgende Zeiten des Zu- und Aufgangs des Wjatka-Flusses beobachtet:

	1812.	1813.	1814.	1815.	1816.	
Der Fluß bedeckte sich mit Eis . .	15 Okt.	8 Nov.	2 Okt.	8 Okt.	2 Nov.	Neüen Stils.
Er brach auf . .	2 April	29 März	11 April	6 April	3 April	

Die in diesem und dem vorigen Kapitel diskutirten Hydro-Phänomene

treten erst dann ganz klar vor die lebendige Anschauung, wann die arithmetisch bestimmten Größen graphisch dargestellt werden; diese Darstellung wird uns in dem Atlas beschäftigen, welcher zur Erlaüterung der hier gegebenen Umrisse der physikalischen Erdbeschreibung dient.

Zusatz.

Nachdem die obige Darstellung des Verhaltens der vaterländischen Ströme Rhein, Elbe und Oder längst beendigt war, habe ich noch von einem Punkte innerhalb des Gebiets der Elbe Beobachtungen über das Quantum der atmosphärischen Niederschläge erhalten, von Pessin, einem Dorfe im westhavelländischen Kreise des Regierungsbezirks Potsdam. Der Beobachter, Schullehrer Neüte, hat mir dieselben mitzutheilen die Güte gehabt, und ich empfing sie (den 22. Januar 1837) noch zeitig genug, um die Resultate in der Liste der Regenmenge nachtragen zu können. Hyetometrische Wahrnehmungen sind im Gebiet des Unterlaufs der Elbe eben nicht sehr zahlreich, und darum verdienen die Bemühungen des Hrn. Neüte, eines sehr aufmerksamen Beobachters der Natur, um so mehr die Anerkennung und den Dank des Physiko-Geographen; sie gewähren auch ein specielles Interesse dadurch, daß sie die Menge der atmosphärischen Niederschläge im Winter gleich setzen dem Sommer-Quantum, und also hinsichts der Vertheilung des Regens 2c. unter diese beiden Jahreszeiten ein Ergebniß liefern, welches den Erfahrungen an den übrigen Beobachtungsstationen im Gebiete der Elbe und Oder (so wie in ganz Deütschland *) entgegengesetzt ist; ja die vier Jahreszeiten überhaupt stehen sich in dieser Vertheilung sehr nahe. Die Fortsetzung der Beobachtungen wird lehren, ob diese Anomalie, wie zu vermuthen steht, von Lokalursachen hervorgebracht wird. Pessin liegt am südlichen Rande des großen havelländischen Luchs, das sich, auch nach seiner Urbarmachung, durch großen Wasserreichthum auszeichnet. Die geographische Lage von Pessin ist anzunehmen in Lat. 52° 40′ N., Long. 10° 18′½ O. Paris; das östliche Ende des Dorfs liegt zufolge der von Klöden vorgenommenen Berechnung des Nivellements der Kunststraße von Berlin nach Hamburg,

---

*) Siehe den I. Band, S. 280.

18',5 über der Meeresfläche (wobei die Höhe von Berlin, nach meiner neüesten, definitiven, Bestimmung, zu 17',5 angenommen worden ist). In der folgenden Tabelle sind die in preüßischem Maaße ausgedrückten Beobachtungen von Neüte enthalten:

Regenmenge in Pessin (Havelland).

Jahr.	Januar.	Febr.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	August.	Septbr.
1831	2'' 6''',0	1'' 9''',0	3'' 1''',5	1'' 11''',5	5'' 2''',5	2'' 11''',5	2'' 1''',5	4'' 1''',0	4'' 7''',5
1832	1 7,5	0 1,5	1 5,5	0 3,0	1 10,5	2 0,5	3 11,5	3 0,0	0 10,0
1833	0 6,0	3 1,0	1 4,5	1 1,0	1 3,0	1 2,5	2 9,0	1 10,0	1 9,0
1834	6 4,5	0 6,0	2 0,0	1 3,5	0 11,0	1 10,0	2 4,0	2 1,5	1 2,0
1835	0 5,5	1 11,0	1 6,0	2 4,0	2 11,0	0 4,0	2 1,5	1 6,0	1 1,0
1836	2 0,0	0 6,0	2 9,0	1 5,0	0 10,0	2 2,0	1 3,0	0 9,0	3 2,0
Mittel	2 2,9	1 3,7	2 0,4	1 4,7	2 2,0	1 9,1	2 5,1	2 2,6	2 1,2
Desgl. in Par. Maaß	2 2,0	1 3,2	1 11,6	1 4,1	2 1,1	1 8,4	2 4,1	2 1,6	2 0,2

Jahr.	Oktbr.	Novbr.	Decbr.	Winter.	Frühling.	Sommer.	Herbst.	Jahr.
1831	0'' 10''',5	4'' 7''',5	2'' 4''',5	6'' 11''',4	10'' 3''',5	9'' 2''',0	8'' 1''',5	34'' 2''',5
1832	0 6,0	3 3,0	2 9,5	4 1,5	3 7,0	9 0,0	4 7,0	21 8,5
1833	1 2,5	4 2,5	6 5,0	6 4,5	3 8,5	5 9,5	7 2,0	26 8,0
1834	1 1,5	0 10,5	0 9,0	13 3,5	4 2,5	6 3,5	3 1,5	21 3,0
1835	0 10,5	0 3,0	1 5,5	3 1,5	6 9,0	3 11,5	2 2,5	16 9,0
1836	0 7,5	2 0,0	2 4,9	3 11,5	5 0,0	4 2,0	5 9,5	19 10,4
Mittel	0 10,4	2 6,4	2 8,4	6 3,5	5 7,1	6 4,7	5 2,0	23 4,9
Desgl. in Par. Maaß	0 10,0	2 5,4	2 7,3	6 0,9	5 4,8	6 2,1	4 11,9	22 7,4

In dieser Tabelle ist, wie sich von selbst versteht, für die Wintermonate das Quantum des Schnees (in geschmolzenem Zustande) aufgesetzt. Es wird nicht uninteressant sein, das Verhalten dieses Hydrometeors einzeln zu betrachten:

Quantum des Schneewassers in Pessin (preuss. Maass).

Winter.	Oktober.	Novbr.	Decbr.	Januar.	Februar.	März.	April.
1830—31	. . .	. . .	. . .	1'' 9'''	0'' 6'''	0'' 3'''	. . .
1831—32	. . .	0'' 6'''	0'' 1''',5	0 9	. . .	. . .	. . .
1832—33	. . .	. . .	. . .	. . .	0 1,5	1 1,6	. . .
1833—34	. . .	. . .	. . .	. . .	0 1	0 1	. . .
1834—35	. . .	. . .	0 3	0 1	0 4	0 3	0'' 6'''
1835—36	. . .	. . .	0 7	0 9	0 3	. . .	. . .
1836—37	0'' 3'''	0 6	0 9	. . .	. . .	. . .	. . .
Mittel	0 0½	0 2	0 3,4	0 6,6	0 2,6	0 3,4	0 1

Es ergiebt sich hieraus, daß der mittlere Werth des Schneequantums im Verlauf des Winters (December bis Februar) während der letzt verflossenen sechs Jahre 12''',6 preüß. Maaß, oder fast genau 1 pariser Zoll betragen hat, und schon im Oktober, demnächst auch noch im April, ein nicht unbeträchtlicher, obwol selten eintretender Schneefall im Havellande Statt finden kann.

Zwei und dreißigstes Kapitel.

Von den Landseen. Zwei Hauptformen sind es, unter welchen diese Wasseransammlungen auftreten. Nähere Betrachtung dieser Formen und der davon abhangenden Erscheinungen. Über die Depression des Kaspischen Niveaus, welche von Parrot, dem jüngern, neüerlich in Frage gestellt worden ist. Nachweisung zahlreicher Beobachtungen, welche für die Depression sprechen.

Wir wenden uns zu der zweiten Art des äußern Verhaltens, unter welchem das tropfbar=flüssige Element auf der Oberfläche der Erde vorkommt, zu den stehenden Gewässern oder Landseen.

Im Allgemeinen nennen wir jede Wasserfläche, die in einem weiten Becken zusammengelaufen und ringsum von Land umgeben ist, einen See, indem wir davon nur diejenige unterscheiden, welche auf einen verhältnißmäßig sehr kleinen Raum eingeschränkt und dem Austrocknen ausgesetzt ist; diese Wasserfläche pflegen wir einen Pfuhl zu nennen; der Überrest aber des in Folge der Überschwemmung großer Ströme, namentlich bei Eisgängen, zurückgelassenen Wassers, heißt gemeiniglich Kolk; während unter Teich eine künstlich hervorgebrachte Wasseransammlung verstanden wird.

Wenn gesagt wurde, ein See sei auf allen Seiten von Land umgeben, so ist dies nicht streng zu nehmen; sehr oft steht ein See mit einem, mit zwei oder auch mehreren Flüssen in Verbindung, die sich theils in ihn ergießen, oder deren einer seinen Abfluß bildet. Hieraüf gründet sich eine Eintheilung der Seen, die schon von den ältern Naturforschern, als von Kircher, Varenius u. a. vorgetragen und von den neüern auch beibehalten worden ist. Wir haben hiernach hauptsächlich zwei Arten zu unterscheiden: — erstens, Seen, welche keinen Abfluß für ihre Wasser haben, und zweitens Seen, bei denen ein Abfluß Statt findet. Wir be-

trachten zunächst die erste Gattung, indem wir der Darstellung von Jackson auszugsweise wörtlich folgen:

Ein See wird entweder durch einen einströmenden Fluß gespeist, oder durch das Schmelzen des Schnees, der im flüssigen Zustande, dem Gesetz der Schwere folgend, nach der Tiefe, in's Seebecken eilt, oder er wird von Quellen unterhalten, die sich unmittelbar in seinem Becken befinden. Denken wir uns ein Becken, das auf allen seinen Perimetern aus unzerstörbaren, anstehenden Felsmassen besteht und daher keine Bruchstücke durch Zersetzung oder Annagung bilden kann; und stellen wir uns vor, daß dieses Becken auf einem der angedeüteten Wege mit ganz klarem Wasser versehen werde, so ist es einleüchtend, daß die auf dem Grunde des Beckens zusammen gelaufene Wassermenge einen See bilden und dieser See wachsen und an Tiefe und Oberfläche zunehmen werde, bis leztere so groß ist, daß der See durch Verdunstung genau eben so viel verliert, als er empfängt; und daß, wenn er diese Ausdehnung erhalten hat, seine mittleren Dimensionen unveränderlich bleiben, so lange, als der jährliche Zufluß derselben bleibt.

Nehmen wir ferner an, die Wasser, welche in den See fließen, seien nicht länger rein, sondern enthielten plötzlich fremde Stoffe, als Sand oder Thon ꝛc. Diese Stoffe, indem sie sich auf dem Boden absetzen, werden den Wasserspiegel des Sees im Verhältniß ihrer Quantität und der Gestalt des Beckens erheben. Aber dieses Steigen des Bodens bringt nicht allein ein Steigen der Wasserfläche, sondern auch eine Ausdehnung derselben hervor, je nachdem das Profil des Beckens mehr oder weniger konkav ist; mithin wird der See, da der Verdunstung eine größere Fläche ausgesetzt ist, mehr einbüßen, als bevor sein Bette sich erhöhte. Dieser Verdunstungs-Überschuß reicht jedoch nicht hin, die Oberfläche auf ihr früheres Niveau zu bringen, so daß am Schluß des Jahres der Wasserspiegel höher steht, als bevor die trüben Stoffe niedergeschlagen wurden.

Das zweite Jahr bringt ein ähnliches Quantum von Materie und legt dieselbe auf der erstern ab. Hierdurch nehmen Erhöhung und Ausdehnung noch mehr zu, und eine größere Wassermenge geht durch Verdunstung verloren als im vorigen Jahre; und so wird, obwol die Oberfläche des Sees am Ende des zweiten Jahres höher steht als am Schluß des ersten, der Überschuß jenes über dieses geringer sein als die Zunahme des ersten Jahres, während dessen die Ablagerung auf dem ursprünglichen Grunde erfolgte.

So wird also der Wasserspiegel des Sees, indem dieser jährlich einen frischen und gleich großen Vorrath von Stoffen empfängt, jedes Jahr

beständig steigen, und zwar in abnehmendem Verhältniß so lange, bis die Ausdehnung der Verdunstung das Gleichgewicht zu halten vermag, wo dann ein konstantes Niveau eintritt.

Daß die Erhöhung in einem abnehmenden Verhältniß erfolgt, rührt von der konkaven Gestalt des Beckens her, 1) weil hierdurch das Steigen des Wassers so modificirt wird, daß das an Höhe verloren geht, was an horizontaler Ausbreitung gewonnen wird, und 2) weil bei dem jährlichen Wachsen der Ausdehnung eine größere Fläche der Verdunstung ausgesetzt ist.

Bis jetzt haben wir 1) einen See ohne Absatz von Stoffen, und 2) das Becken eines Sees vorausgesetzt, welches Materien empfängt und dabei eine vollkommen konkave Gestalt besitzt. Wahrscheinlich giebt es wol keine Seen, welche in die erste Kategorie gestellt werden könnten, außer den kleinen Wasser-Ansammlungen zwischen alpinischen Gipfeln, die nur von dem Wasser schmelzender Glätscher, welches zwischen Spalten und Schichten nackten Gesteins fließt, gespeist werden. Haben diese keinen ober- oder unterirdischen Abfluß, so richtet sich das Steigen oder Fallen des Wasserspiegels nur allein nach dem Verhältniß des Zuflusses und der Verdunstung, so daß, in Seen, welche keine ablagernde Materien empfangen, wenn die mittlere Oberfläche konstant ist, die Verdunstung gleich ist dem Zufluß, und jene nach diesem, und umgekehrt, gemessen werden kann.

Wenn ein See mit seinem Wasser feste Stoffe empfängt, so ist die Gestalt des Bettes nur in Beziehung auf das allgemeine Prinzip von Einfluß, welches überdies auf keine Weise von demjenigen Theil des Bettes affizirt wird, auf welchem die Ablagerung ruht; denn in jedem Falle muß diese ein Quantum Wasser aus der Stelle schieben, ein Quantum, welches ihrem eigenen Körperinhalt gleich ist; und dieses so verschobene Wasser muß in senkrechter und wagerechter Richtung sich ausbreiten, wenn der See von steilen Ufern eingeschlossen ist, und mehr an Ausdehnung als an Höhe gewinnen, wenn die Ufer flach und sanft abgedacht sind. Hieraus folgt also: daß wenn die Quantität Wasser und feste Materie, die ein See empfängt, gleich ist, der See mehr Zeit zur Erreichung eines festen Niveaus gebraucht, wenn er steil- als wenn er flachufrig ist.

Nun aber giebt es, wie schon bemerkt, keine Seen mit Zuflüssen, welche frei von fremden Stoffen wären; im Gegentheil, alle Zuflüsse von Seen, mit Ausnahme derjenigen, die als Abfluß anderer Seen entstehen, und die von Quellen gespeist werden, welche sich unmittelbar in den See

ergießen, führen beständig eine sehr große Menge fester, das Bette erhöhender Stoffe; eine Thatsache, aus der wir, in Verbindung mit den obigen Bemerkungen, lernen, daß ein jährliches Wachsen der Höhe und der Ausdehnung eine Sees ohne Abfluß keinesweges ein Anzeichen ist, daß der See mehr Wasser empfangen habe, als ihm durch die Verdunstung entführt wird.

Der Fall, daß ein See steigt, weil sein Zufluß größer ist, als die Verdunstung zu verzehren vermag, kann gewiß wol vorkommen; allein da der jährliche Zufluß konstant ist, während die der Verdunstung ausgesetzte Oberfläche in einer gewissen Progression wächst, so reichen wenige Jahre hin, das Wasser zu einer Höhe zu steigern, bei der seine Oberfläche fähig sein wird, zwischen dem Zufluß und der Verdunstung eine Kompensation eintreten zu lassen. Folglich ist ein Wachsen im Steigen eines Sees, weil der Zufluß größer ist als der Verlust durch Verdunstung, nur auf Seen von sehr neüerer Bildung oder auf solche anwendbar, die, obschon sie vor Zeiten entstanden, in neüerer Zeit entweder auf künstlichem Wege oder durch irgend eine Natur-Umwälzung eine Anhaüfung von Zuflüssen erhalten haben; und die Periode, wann das mittlere Niveau und die Ausdehnung der Oberfläche konstant geworden sein würden, läßt sich durch Rechnung finden, welche die Größe des Beckens, den Zufluß an Wasser und festen Stoffen und das Verhältniß der Verdunstung zu Elementen hat.

Die Theorie bestätigt sich in so weit durch Thatsachen, daß die meisten, wenn nicht alle, Seen seit langer Zeit aufgehört haben, ihre Oberfläche zu vergrößern. Wenn aber dennoch an einem alten See ein Wachsen seiner Oberfläche wahrgenommen werden sollte, ohne daß neüe Zuflüsse oder eine Verstärkung der alten Statt findet, so kann es nur durch eine Zunahme der hineingeführten festen Stoffe geschehen; was von den Zuflüssen dadurch bewirkt werden kann, daß sie ihr Bette immer mehr aufwühlen, die Geschiebe vermehren und bis auf den feinsten Sand verkleinern, oder daß sie dasselbe verändern, indem sie statt des bisherigen festeren Bodens einen lockeren aufsuchen.

Die Zeit, in welcher die Seen ihr konstantes Niveau erhielten, war nicht die, in welcher der durch Verdunstung erlittene Verlust den Wasser-Zufluß genau kompensirte, weil die Zuflüsse nicht allein Wasser, sondern auch einen beständigen Zuschuß an festen Stoffen hineinbrachten, die durch ihren Niederschlag das Bette erhöhten. Nun aber ist ein konstantes Niveau in Verbindung mit einer konstanten Wasserausdehnung unvereinbar mit einem beständig gleichen Zuschuß an Wasser und einer abneh-

menden Tiefe; darum können ein konstantes Niveau und eine konstante Ausdehnung mit einer verminderten Tiefe nur dann existiren, wenn der Verlust an Wasser gleich ist der Verminderung an Raum; und da dieser Verlust durch Verdunstung erfolgt, so leuchtet es ein, daß, wenn die Oberfläche eines Sees ohne Abfluß stationär bleibt, der durch Verdunstung bewirkte Wasserverlust größer ist als der Zufluß; und ferner, daß die Zunahme der Verdunstung, oder vielmehr ihr Mehrbetrag im Vergleich mit dem Zufluß, genau die Größe hat der Masse der Materien, welche im See abgelagert werden.

Fast alle Flüsse führen Geschiebe in die Seen, und dennoch bemerken wir, außer in einigen seltenen Fällen, kein Steigen des Wasserspiegels; es muß daher ein beständiger Verlust an Wasser Statt finden. Genaue Tiefenmessungen, die alle zehn Jahre zu wiederholen wären, würden dies näher nachweisen, und wüßte man alsdann noch das Volumen eines Sees und das Quantum an Geschieben, welches jährlich auf seinem Bette abgesetzt wird, so ließe sich ziemlich genau die Zeit berechnen, wann der See in einen Morast verwandelt würde, oder gänzlich austrocknete.

Das Wasser, welches in der Gestalt von Regen oder Schnee unmittelbar in den See fällt, wird einen größeren oder geringeren Zufluß gewähren, je nachdem der Niederschlag mehr oder minder gewöhnlich, und die Oberfläche des Sees mehr oder minder ausgedehnt ist. Der Zufluß, welchen der See auf diesem Wege empfängt, besteht aus chemisch und mechanisch reinem Wasser.

Der Zufluß, welchen die Seen durch Gießbäche empfangen, findet nur zuweilen Statt; derjenige aber, welcher durch Flüsse oder Quellen entsteht, ist meistentheils beständig, obwol er in Bezug auf die Menge intermittirend sein kann. Das Flußwasser ist, wie wir aus frühern Kapiteln und auch unlängst erst erfahren haben, durch fremdartige Stoffe getrübt, während das Wasser, womit die am Boden der Seen entspringenden Quellen sein Becken vermehren, mechanisch rein ist. Einige Seen werden nur auf diese Weise gespeist; so der Orta-See in Italien, der See des Mont-Cenis, der Seliger, der Koko Nor und viele andere.

Wie groß das Quantum Wasser sei, welches ein gegebener See empfange, läßt sich kaum mit einer Annäherung an Genauigkeit berechnen. Das Quantum, welches Regen oder Schnee direkt liefert, und derjenige Theil, welcher von den Flüssen zugeführt wird, kann man eher schätzen, allein die Wassermenge der unmittelbar in den See stürzenden Gießbäche ist, wegen ihres Ungestüms, ihrer kurzen Dauer und ihres schnellen Steigens und Fallens, nicht so leicht zu bestimmen, während die Schätzung

der Quantität der Quellen höchst unvollkommen ausfallen muß. Überhaupt scheint die Beantwortung der Frage, wie groß die Wassermenge sei, welche irgend ein See auf seinen Zuleitungswegen empfange, mehr ein Gegenstand der Spekulation als des Nutzens zu sein.

Indem wir oben von den festen Stoffen sprachen, die in einen See geführt werden, setzten wir voraus, daß dieselben auf seinem Grunde abgelagert werden. Das ist aber nicht immer der Fall. Viele Zuflüsse setzen ihre Geschiebe, statt sie glücklich in den See zu bringen, an ihren Mündungen ab und bilden daselbst eine Bank, ein Phänomen, welches verdient, unsere Aufmerksamkeit in Anspruch zu nehmen.

Körper von größerer spezifischer Schwere als das Wasser können von demselben nur so lange in der Schwebe gehalten werden, als es sich im Zustande der Aufregung befindet. Tritt der Zustand der Ruhe allmälig ein, so sinken zuerst die schweren, dann die leichtern auf den Grund, und nun ist das Wasser entweder ganz rein, oder es enthält nur noch diejenigen Stoffe, welche mit ihm von gleicher Eigenschwere sind. Doch ist eine absolute Ruhe zur Bildung eines Niederschlags nicht durchaus nothwendig. Hat ein Strom unreinen Wassers seine Richtung verändert, so legt er einen Theil seiner Geschiebe an dem Ort des Hindernisses nieder, denn dieses Hinderniß hebt einen Theil der Bewegung auf, welche zur Schwebe der Geschiebe erforderlich ist. Wenn also ein Fluß in einer Masse stehenden Wassers ausmündet, oder wenn zwei Flüsse unter irgend einem Winkel oder gar in entgegengesetzter Richtung sich treffen, oder wenn ein schnell strömender Fluß sich mit einem andern, in derselben Richtung, aber langsam fließenden Fluß vereinigt, so werden die Geschiebe in größerer oder geringerer Menge niedersinken, je nach dem Quantum des Materials, womit die Flüsse geschwängert sind, und dem Hinderniß, welches sich deren Lauf entgegenstellt.

Nun aber wirkt die Richtung, in welcher sich die Wasser treffen, nicht allein auf die schnellere oder langsamere Anhaüfung des Niederschlags, wegen der größeren oder geringeren Abnahme an Kraft, sondern sie hat auch einen eigenthümlichen Einfluß auf die Stelle des Absatzes.

Gießbäche, die unmittelbar in einen See fallen, sind gewöhnlich ungestüm, denn ihr Lauf ist kurz und die Neigung ihres Bettes beträchtlich; die Folge davon ist, daß sie große Quantitäten von Erde, Sand, Kies, großen Steinen und selbst ungeheüeren Felsblöcken in den See führen; allein da ihre Mündung durchgängig dahin fällt, wo der See am tiefsten ist, so bilden sie selten trocken liegende Bänke.

Bergströme dagegen sind unter allen Zuflüssen diejenigen, welche diese

Bildungsfähigkeit vorzugsweise besitzen. Die Ursache ist leicht einzusehen. Ihr längerer Lauf deütet auf ein geringeres Gefälle, und darum auch mehrentheils auf eine geringe Tiefe des Sees an ihrer Mündung, dabei ist aber die Geschwindigkeit noch immer so, daß sie eine große Menge von Materien zur Bildung einer Bank herbeiführen können. Wie auch der Winkel sei, unter welchem ein Bergstrom in einen See fällt, so stößt er doch mehr oder minder in denselben hinein, im Verhältniß zu seiner Kraft, die das Resultat seiner Masse und Geschwindigkeit ist. Diese Kraft indessen nimmt nicht allein von dem Augenblicke an ab, wo die Wasser in Berührung kommen, sondern stufenweise mehr und mehr, als die Wasser des Bergstroms sich im See ausbreiten. Die Folge dieser Verminderung der Kraft ist die Ablagerung, im ersten Augenblicke des Kontakts, der schweren Stoffe, weiterhin der minder schweren, und so allmälig der leichtern Materien, die da niedersinken, wo die Kraft ganz aufgehoben, die Strömung verschwunden ist.

Das Resultat dieses Prozesses ist die Bildung einer Bank an der Vereinigung eines Bergflusses mit einem See. Diese Bank wird, obschon sie anfangs ganz unter Wasser steht, bald an die Oberfläche steigen, wenn der See in der Mündungsgegend des Flusses seicht ist; bestände aber die Masse der vom Bergstrome herabgebrachten Materien aus kleinem Kies oder Sand, so wird die Bank mehr an Umfang als an Höhe wachsen, und mithin eine längere Zeit bedürfen, um die Oberfläche zu erreichen.

Haben diese Bänke noch nicht diejenige Höhe erreicht, welche erforderlich ist, um sie für beständig aufs Trockene zu bringen, so geschiehet dieses doch gemeiniglich in Zeiten, wo der See einen niedrigen Wasserstand hat, mithin während der trockenen Jahreszeit. Dann werden diese Bänke mit einer Art Vegetation überzogen, deren Wurzeln sich bestreben, die schon vorhandenen Materialien fester mit einander zu verbinden, während die Stengel die feinern Partikelchen der Geschiebe bei folgenden Überschwemmungen aufhalten; so steigen die Bänke unaufhörlich, bis die auf ihnen wachsenden Pflanzen zu allen Jahreszeiten über dem Wasserspiegel bleiben, an Stärke und Menge zunehmen, dann der Reihe nach absterben, und einen Humus erzeügen, der einem frischeren, kräftigeren und oft ganz verschiedenen Produkt das Dasein giebt. Auf diese Weise sind viele Bänke in kleine Inseln, Landspitzen oder Landzungen, wie man in einigen Seen an den Mündungen ihrer Zuflüsse bemerkt, umgewandelt worden.

Die trocknen Bänke müssen, außer der jährlichen Ab- oder Zunahme

des Wassers, auch eine Veränderung im Umrisse des Sees hervorbringen; denn, indem sie die Dimensionen des Wasserspiegels an einer Stelle verkleinern, müssen sie dieselben an einer andern nothwendigerweise erweitern; folglich wird das Wasser des Sees an den Ufern Einbrüche, und zwar da machen, wo der See am seichtesten ist. Zuweilen wird dieses in der unmittelbaren Nachbarschaft der Bank Statt finden, jedoch nur dann, wenn sie sich an der seichtesten Stelle der Seeufer gebildet hat.

Schwach fließende Flüsse bringen nur wenig Materie in einen See, obschon auch sie bei Regenwetter unreines Wasser führen; allein die Stoffe bestehen in diesem Falle aus feiner und leichter Materie, welche von der schwächsten Bewegung in der Schwebe gehalten werden kann. Sie vermengen sich mit einer größern Wassermasse des Sees und bewirken, da sie über einen großen Raum des Grundes ausgebreitet werden, nur eine sehr langsame und unmerkliche Erhebung des Seebodens; ohne indeß hieraus schließen zu dürfen, daß Zuflüsse mit schwachem Gefälle nicht im Stande wären, Bänke zu bilden.

Außer den Wirkungen der Zuflüsse selbst haben wir die Modifikationen zu betrachten, welche diese Effekte durch die Ausdehnung des Sees vor der Mündung des Zuflusses, oder desjenigen Theils des Sees, in welchen jener fällt, erleiden.

In den meisten Fällen liegt die Mündung des Zuflusses an einem Ende des Sees; aber oft ereignet es sich auch, daß die Ergießung an einer seiner Seiten erfolgt, und zwar in einer Gegend, wo der See am schmalsten ist. Die natürliche Folge hiervon ist, daß, wenn die Strömung des Zuflusses Kraft genug besitzt, die Wassermasse auf die entgegengesetzte Seite zu drängen, hier eine Ablagerung Statt findet, die bald über den Wasserspiegel steigt, wenn die Tiefe daselbst gering ist. Wäre aber im Gegentheil der Seeboden abschüssig, doch immer von der Art, daß er leicht abgenagt werden könnte, so wird er durch den beständigen Stoß unterwühlt, und die fortwährend einstürzenden Massen werden, in Verbindung mit den vom Zuflusse geschwemmten Stoffen, eine bedeütende Ablagerung bilden, während gleichzeitig die Breite des Sees in dieser Gegend zunimmt.

Fällt ein Fluß in einen See an einem seiner Endpunkte, so ereignet es sich sehr oft, daß der Zufluß und der See sich unmerklich mit einander vermischen, indem der Fluß sich stufenweise in dem See ausbreitet. Dadurch entsteht bald eine Barre vor der Mündung des Zuflusses, bald eine Bank an einer Seite, je nach der Gestalt des Sees an der Mündung des Flusses und der Richtung desselben. Erweitert sich ein See gleich-

förmig und allmälig zu beiden Seiten der Richtungslinie des Zuflusses, so entsteht quer über die Mündung eine Barre, wie z. B. beim Genfer-See, dem Bjelo Osero u. s. w. Liegt dagegen die Richtung des Zuflusses mit dem einen Ufer des Sees in gerader Linie, oder so, daß die Strömung eine Seite vorzugsweise bespült, so bildet sich eine Bank an dem gegenüberliegenden Ufer.

Die Strömungen, wenn sie überhaupt so genannt werden können, welche in Seen ohne Abfluß durch die hineinfallenden Flüsse erzeügt werden, sind dem Raume nach sehr beschränkt; doch werden sie in dieser Beziehung von der Schnelligkeit der Zuflüsse und der Masse ihrer Wasser modificirt. Liegen zwei Zuflußmündungen nahe beisammen, so können sich die Strömungen, je nach ihrer Richtung, mit einander verbinden, oder nicht. Laufen die Flüsse parallel, oder divergiren sie, so werden sich ihre Strömungen nicht vermischen, und jede von ihnen, besitzen sie sonst die Eigenschaften zur Bildung einer Bank, wird ihre eigene erzeügen; konvergiren die Zuflüsse, allein der eine, oder beide haben zu wenig Kraft zur Fortschaffung ihrer Wasser, um sich im See zu treffen, so wird auch in diesem Fall ein jeder seine natürliche Ablagerung bilden; besitzt dagegen bei den konvergirenden Flüssen der eine, oder besitzen beide so viel Kraft, oder mit geringer Kraft eine Richtung, daß sich die Strömungen treffen müssen, so erfolgt die Ablagerung an der Stelle des Zusammenstoßes, und die zwei Strömungen setzen ihren Lauf als eine einzige in einer Richtung fort, welche von der bisherigen Direktion beider Strömungen verschieden ist, doch immer sich derjenigen nähert, welche die stärkste Strömung befolgte; die Stärke dieser neüen Strömung wird überdem die Mitte zwischen der Stärke der vorhergehenden zwei Strömungen halten.

Ist der See schmal und besitzt der vereinigte Strom hinreichende Kraft, so kann es sich ereignen, daß er gegen irgend einen Theil des Seeufers stößt, das er, ist es sonst aus weichen Substanzen zusammengesetzt, annagt, und in diesem Falle eine Wirkung hervorbringt, welche der schon erwähnten ähnlich ist.

Außer den angeführten Ursachen hat der Wind einen wesentlichen Einfluß auf die Bildung von Bänken; daher denn auch in Seen, welche heftigen und aus einer Windecke dauernd wehenden Luftströmungen ausgesetzt sind, eine Bank auf der Windseite des Sees erzeügt wird.

Steigt eine Ablagerung über den Wasserspiegel eines Sees, so nimmt sie, wie schon erwähnt wurde, das Ansehen und zuweilen den Namen

einer Insel an; indeß dürfen wir hieraus noch nicht den Schluß ziehen, daß alle Seen-Inseln auf diese Weise entstanden seien.

Viele Seen haben einen felsigen Boden; und die Seen überhaupt haben, wie der Ocean, nur in kleinerem Maaßstabe, einen Grund, auf welchem Berg und Thal abwechseln; einige dieser Seen-Berge mögen nie vom Wasser bedeckt gewesen sein, und andere, die Jahrhunderte lang überschwemmt waren, können ihre Spitzen durch die Abnahme des Wassers aufs Trockene gebracht haben.

In allen Fällen lassen sich aber die ursprünglichen Inseln leicht von denjenigen unterscheiden, die durch Niederschlag der Geschiebe entstanden sind. Die Untersuchung jener wird ergeben, daß sie von einer ähnlichen Beschaffenheit sind wie das gegenüberliegende Ufer, während die angeschwemmten Inseln aus Bestandtheilen zusammengesetzt sind, die sich in den meisten Fällen nicht an den Seeufern vorfinden.

Die schöne Petersinsel, im Bieler-See, — Jean Jacques Rousseau's Aufenthalt im Jahre 1765, als er von der Genfer Regierung wegen seiner Briefe vom Berge verfolgt wurde, — scheint, der Bodenbeschaffenheit und der Lage nach zu urtheilen, durch Anschwemmung entstanden zu sein; sie besteht aus übereinander gelagerten wagerechten Schichten von vegetabilischer Erde, Sand, Thon, und einem weichen Sandstein, und sie liegt genau da, wo die Strömung der Zihl mit der Strömung der Süß vielleicht zusammenstoßend, eine Ablagerung bewirken mußte.

Bevor man die Überzeugung erlangte, daß Seen mit Zufluß und ohne Abfluß ihren Überschuß an Wasser durch die Verdunstung verlieren, hat man oft abenteüerliche Antworten auf die Frage gegeben, wo kommt die Menge Wasser hin, welche der See täglich empfängt? In dieser Beziehung hat namentlich der Kaspische See eine große Rolle gespielt. Man nahm, sagt Lenz, seine Zuflucht zu einem unterirdischen Abflusse in den Persischen Meerbusen oder ins Schwarze Meer. Man citirte zur Unterstützung dieser Hypothese das angebliche Faktum, daß organische Erzeugnisse der Ufer des Kaspischen Meeres in den Wellen des Persischen Meerbusens wieder gefunden wurden. Allein vergeblich suchten die Schiffer auf dem Kaspischen Meere den Punkt, wo jener unterirdische Abfluß Statt finden sollte und der sich durch ein Hinströmen des Wassers von allen Seiten dahin hätte kund thun müssen. Es wird zwar in mehreren ältern Schriften behauptet, die ersten russischen Seefahrer dieses Meeres, die Peter der Große zur Aufnahme desselben beorderte, hätten in der Bai von Karabugas, welche an der östlichen Seite des Sees liegt, einen solchen heftigen Strom bemerkt, der auf einen Abfluß des Wassers in der

Mitte dieser Bai hindeüte; allein Woodroof bemerkt, daß dieses Faktum von Inwohnern der südlich davon gelegenen Insel Ogurtjoy, welche ihm als Piloten dienten, gänzlich geleügnet werde, und doch halten sich fast beständig einige Böte dieser Insulaner in besagter Bai auf, des ergiebigen Fischfangs wegen. Bei neüern Schriftstellern wird nirgends etwas von einem solchen Strome erwähnt; ja schon Kämpfer widerlegt ausdrücklich eine solche Meinung und thut zugleich dar, daß das oben erwähnte Vorfinden organischer Produkte der Kaspischen Ufer im Persischen Meerbusen völlig ungegründet sei. Hieraus ergiebt sich, daß die ganze Hypothese eines unterirdischen Abflusses zu verwerfen sei, besonders da, wie wir sogleich sehen werden, ein solcher Abfluß physisch unmöglich ist.

Der Wasserspiegel des Kaspischen Sees liegt nämlich tiefer als der Spiegel des Schwarzen Meeres, mithin auch tiefer als das Niveau des Oceans. Auf dieses für die Geologie und die Geschichte der Erde so wichtige Phänomen ist man, obwol es schon früher bekannt war, seit 1815 besonders aufmerksam geworden.

In dem genannten Jahre machten nämlich Moritz von Engelhardt und der jüngere Parrot das Barometer-Nivellement bekannt, welches sie im Jahre 1811 zwischen dem Kaspischen See und dem Schwarzen Meere ausgeführt hatten. Sie fanden durch eine doppelte Operation, daß jener tiefer liegt als dieses:

Nach dem ersten Nivellement $54',_{181}$

Nach dem zweiten Nivellement $47,_{108}$

„So wäre denn, bemerkt Parrot, die Erfahrung: daß das Niveau des Kaspischen Meeres sich wenigstens 50 Toisen oder 300 Pariser Fuß unter dem Niveau des Schwarzen Meeres befindet, durch zwei Messungen begründet, deren Genauigkeit wir nicht anders darthun konnten, als dadurch, daß wir alle Details derselben umständlich und gewissenhaft mitgetheilt, und jeden Naturforscher in den Stand gesetzt haben, diese unsere Arbeit einer strengen Prüfung zu unterwerfen. Wir, unsrerseits finden in keinem der bei diesen Messungen obwaltenden Umstände, weder in der Jahres- noch Tageszeit, weder in den beobachteten und angegebenen Zuständen der Atmosphäre, weder in den Instrumenten und ihrer Beobachtung, noch endlich in der Rechnungsmethode irgend einen Grund, dieses Resultat als nicht existirend, und als aus einem der genannten Momente zufällig entspringend, anzusehen, sondern sind von der Wahrheit desselben durch wissenschaftliche Gründe vollkommen überzeügt.“

Zur Bekräftigung des obigen Resultats berechnete Parrot ferner noch die an beiden Meeren gleichzeitig bemachten Barometer-Beobachtungen,

und fand, durch verschiedene Gruppirung der Quecksilberstände, bald $50'{,}_8$, bald $52'{,}_2$, bald $52'{,}_6$, endlich $55'{,}_7$; und er schließt mit den Worten: „So glauben wir denn alles benutzt zu haben, was unsere Beobachtungen zur unparteiischen Beurtheilung des wechselseitigen Niveau beider Meere liefern, und somit die Behauptung, daß das Niveau des Schwarzen Meeres wenigstens 50 Toisen über dem des Kaspischen befindlich ist, zu einem erwiesenen Erfahrungssatz erhoben zu haben.“

Nichts desto weniger hat sich Parrot, zwanzig Jahre später, bewogen gefunden, jenen Erfahrungssatz über den Haufen zu stoßen. Im Jahre 1830 unternahm er ein ähnliches Barometer-Nivellement zwischen dem Kaspischen See und dem Schwarzen Meere, indem er den Lauf der Wolga von ihrer Mündung aufwärts bis Zaruizin verfolgte, dann den Isthmus zwischen diesem Strome und dem Don überschritt, und den zuletzt genannten Strom bis Alt-Tscherkask nivellirte. Es ergaben sich bei dieser Operation, die in zehn Tagen vollendet wurde, drei und dreißig Stationen, oder eben so viele Höhendifferenzen. „Summirt man nun diese einzelnen Höhen, so findet sich: der Ausfluß des Don um $0'{,}_6$ oder $3{,}_6$ Fuß tiefer als der Ausfluß der Wolga, und, da hier von einer Nivellirung dieser großen Strecke im Ganzen bis auf ein Paar Fuß genau nicht die Rede sein kann, so geht aus dieser Messung der Schluß hervor: daß zwischen dem Schwarzen und Kaspischen Meere ein erheblicher Höhenunterschied nicht Statt findet.“

Statt auf die Auseinandersetzungen einzugehen, welche Parrot, auf A. von Humboldt's Veranlassung, zur Aufklärung und Erläuterung einer so sonderbaren Anomalie mittheilt, möge an die Beobachtungen anderer Naturforscher erinnert werden, die mindestens zu beweisen scheinen, daß Parrot's zuletzt angeführter Schluß wol etwas zu voreilig ist, wenn gleich er die Frage aufwirft: Was kann der Naturforscher als solcher Höheres erstreben wollen, als Wahrheit, und was kann ihm gegen die gelehrte Welt, deren Zutrauen und Beifall er sucht, Wichtigeres obliegen, als Wahrheit?

Schon Chappe d'Auterache kannte die Depression des Kaspi-Niveaus, die er nach Barometer-Beobachtungen, welche Lecre in den Jahren 1732 bis 1749 angestellt hatte, auf $51'{,}_{77}$ berechnete, aber für absurd erklärte.

In den Verhandlungen der Petersburger Akademie der Wissenschaften vom Jahre 1781 befinden sich Beobachtungen, welche die Depression ebenfalls beweisen. Nach Wahrnehmungen vom Oktober bis März war im Mittel

	der Barometerstand;	die Temperatur
zu Astrachan	28'' 4''',64	+ 1°,658 R.
St. Petersburg . .	28 0,12	— 4,153

Nimmt man an, daß die Barometerstände auf eine nämliche Temperatur reduzirt seien, und läßt die Korrektion wegen der mit wechselnder Polhöhe veränderlichen Quecksilberhöhe im Niveau des Meeres außer Acht, weil dazu für den vorliegenden Fall die genauen Elemente fehlen, so ist Astrachan 54',4 niedriger als St. Petersburg.

Noch mehr wird die Thatsache der Depression des Kaspischen Seespiegels durch die vieljährigen Beobachtungen bestätigt, welche Lotkin in Astrachan angestellt hat, und die, nach Pansners Angabe folgende Mittelwerthe geben: —

	Barometerstand.	Temperat.	Lotkins Wohnung.
1807	28'' 4''',204	+ 8°,303 R.	In der Festung, etwa 4t über der Wolga.
1808	28 4,578	7,785 »	
1809	28 5,077	6,390 »	
1810	28 4,777	6,759 »	
1811	28 5,314	6,825 »	In der Stadt 5t üb. d. W.

Unter Voraussetzung, daß diese Barometerstände für die gleichzeitig beobachteten Temperaturen gültig sind, und mit Berücksichtigung einer Bemerkung von Wisniewsky, der zufolge bei der letzten Veränderung von Lotkins Wohnung das Barometer etwas irritirt worden sei und 0'',007 zu dem Stande von 1811 addirt werden müsse, ergiebt sich für das

	Mittlerer Barometerstand bei 0° Temp.	Temp. der Luft.
Niveau der Wolga bei Astrachan, Lat. 46° 21' N., nach 5jähr. Beob.	340''',66	+ 9°,0 C.
Niveau des Atlantischen Oceans bei La Rochelle, Lat. 46° 9' N., nach 9jährigen Beobachtungen . . .	337,69	+ 11,7 C.

Hiernach ist das Niveau der Wolga bei Astrachan, das man, ohne großen Irrthum zu begehen, als das Niveau des Kaspischen Sees ansehen kann, 39',0 tiefer als die Wasserfläche des Atlantischen Oceans.

Wisniewsky fand aus seinen Messungen den Unterschied des Schwarzen Meeres und des Kaspi-Sees = 43',0. Von dem erstern vermuthen wir aber mit einem gewissen Recht, daß sein Wasserpaß um ein beträchtliches höher steht als das Niveau des Mittelländischen Meeres (s. I. Band, S. 442), folglich auch höher als der oceanische Wasserspiegel; mithin läßt

Digitized by Google

sich diese Bestimmung von Wisniewsky recht gut mit derjenigen vereinigen, welche aus Lotkins Beobachtungen hergeleitet worden ist.

Monteith, der die südlichen Ufer des Kaspischen Sees besuchte, fand den Siedepunkt des Wassers um $^3/_4$ eines Fahrenheitschen Grades höher (bei $100^\circ,_{44}$ Cent.), woraus er schloß, es möchte irgend ein Zufall das Thermometer betroffen haben, oder das Wasser Unreinigkeiten enthalten, welche dies bewirken könnten. „Da ich, — erzählt er, — glücklicherweise vier vortreffliche Thermometer hatte, von denen eins auf der Sternwarte zu Paris verfertigt war, so verschaffte ich mir eine Quantität destillirten Wassers und wiederholte den Versuch in eigends hierzu gemachten Gefäßen. Das Resultat war unveränderlich dasselbe, welches (wenn das nämliche Gesetz über und unter dem Kochpunkte gültig ist) einen Unterschied von 390 engl. Fuß ($= 61',_0$) unter dem Ocean würde gegeben haben. Da ich dies für unmöglich hielt, so beachtete ich die Versuche nicht weiter, bis ich die Messungen von Engelhardt (und Parrot) sah. Ich will nicht sagen, ob diese Frage endlich entschieden ist, oder nicht, da meine Beobachtungen rein zufällig waren, indem ich keine Idee davon hatte, daß eine so große Differenz vorhanden sei.“

Karalin und Hofmann haben in Orenburg (Lat. 51° 46′ N.) vom Juni 1828 bis April 1829 eine Reihe von Barometerbeobachtungen angestellt, die einen Mittelstand von $333''',_{94}$ bei 0° Quecksilber-Temperatur geben. Gleichzeitig war die mittlere Barometerhöhe in Swinemünde, $2',_{09}$ über der Ostsee, $336''',_{838}$; und in Stralsund, $7',_{68}$ über dem Meeresspiegel, $336''',_{389}$, beide Größen ebenfalls auf die Temperatur des Gefrierpunktes reduzirt. Setzt man die Temperatur der freien Luft in Orenburg etwa zu + 6° C., so berechnet sich die Höhe von Orenburg über der Ostsee: aus Swinemünde $38',_{53}$, aus Stralsund $38',_{63}$, im Mittel $38',_{58}$, unter Voraussetzung, daß die verglichenen Barometer keinen Kollimationsfehler hatten. Gurjef am Kaspischen See (Lat. 47° 7′ N.) liegt aber, nach 365 Barometer-Beobachtungen vom 2. November 1828 bis 5. April 1829, tiefer als Orenburg $55',_7$. Bei dieser Rechnung ist auf die mit abnehmender Latitudo zunehmende Barometerhöhe nicht Rücksicht genommen, ein Umstand, der den gefundenen Höhenunterschied mindestens um 10′ bis 12′ zu erhöhen strebt. Hiernach wäre dann der Kaspische See 29′ tiefer als die Ostsee.

Endlich hat es auch Adolf Erman, in Folge seiner Höhenbestimmung von Kasan, sehr wahrscheinlich gemacht, daß die Depression des Kaspischen Sees wirklich Statt finde, denn ohne dieselbe würde die Höhe der Ka-

sanka bei Kasan unmöglich nur $4'_{,5}$ über dem Ocean betragen können; Erman setzt die Tiefe des Kaspi-Sees = $42'_{,8}$ unter dem Ocean *).

Wir wenden uns zur Betrachtung derjenigen Seen, welche einen Abfluß haben. Dieser Abfluß kann aus alter oder verhältnißmäßig neüer Zeit sich herschreiben. Er ist vor der Existenz des Sees vorhanden gewesen, oder später gebildet worden, und in diesem Falle ist er entweder plötzlich, oder nach und nach in unmerklicher Weise entstanden.

Der zuerst genannte Fall scheint vorauszusetzen, daß ein Flußbett durch den Einsturz einer unterirdischen Höhle, oder in Folge eines Erdbebens unter sein bisheriges Niveau herabgesunken sei. Dieses Ereigniß hatte natürlicherweise ein plötzliches Aufhören der Strombewegung zur Folge, die erst dann wieder eintreten konnte, als die in der Vertiefung sich sammelnden Wasser die Höhe des Flußbettes, welches am untern Theil der Vertiefung liegt, erreichten, worauf die Bewegung des Flusses wieder eintreten konnte. Alles Wasser, was der See mehr empfängt, als durch Verdunstung verloren geht, muß vom Ausfluß abgeführt werden. Sollte das Profil dieses Ausflusses verhältnißmäßig zu klein sein, so wird das Wasser des Sees zu steigen fortfahren, und demgemäß die Kraft des Abflusses bedeütend wachsen, was eine Erweiterung des Ausflusses zur natürlichen Folge hat, die so lange dauern wird, bis die Breite des Bettes zusammen mit der Verdunstung hinreicht, eine Quantität abzuführen, die der des Zuflusses gleich ist.

Ein Ausfluß, welcher gebildet wurde, als der See schon existirte, kann entweder vom See selbst, oder durch eine Erschütterung der Erde verursacht worden sein.

Sind auch die umgebenden Ränder eines Beckens von gleicher Höhe, so kann es sich doch ereignen, daß sie nicht überall gleiche Festigkeit und Stärke haben, so daß ein Theil des Walles nachgeben muß, indem er nicht länger im Stande ist, dem Seitendruck der Wassermasse zu widerstehen. Tritt dieser Fall ein, so ist die Folge davon zerstörend, und das lange eingesperrt gewesene Wasser bezeichnet sein Entrinnen mit den fürchterlichsten Verwüstungen. Fruchtbare Ebenen werden überschwemmt, ganze Dörfer und Ortschaften werden fortgerissen, während weit verbreitete

---

*) Die Kaiserliche Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg hat sich, durch Parrot's Widerruf seines Nivellements von 1811, veranlaßt gefunden, eine geodätisch-barometrische Operation zwischen dem Schwarzen Meere und dem Kaspischen See anzuordnen. Die mit der Ausführung dieses interessanten Unternehmens beauftragten drei Gelehrten haben Petersburg am 16. Juli 1836 verlassen und ihre Arbeiten auf der Linie zwischen Neü-Tscherkask und Nawropol begonnen.

Trümmer mächtiger Felsen als Denkmäler des schrecklichen Ereignisses auf der Oberfläche allein übrig bleiben. Zuweilen entschädigt der See für seine Verwüstungen und läßt eine natürliche Brücke über seinen Ausfluß zurück, vermittelst deren eine bequeme Verbindung über den Fluß unterhalten wird, wie es z. B. bei der Ardeche der Fall ist, bei der natürlichen Brücke in Virginia 2c.

Erdbeben sind eine andere Ursache des Entstehens von See-Abflüssen. Ist die Öffnung, welche auf diese Weise entsteht, von der Art, daß eine sehr große, man möchte sagen, ungeheüre Wassermenge auf ein Mal abfließen kann, so muß die Wirkung furchtbar sein. Erreicht der Bruch den Boden des Beckens, so laüft der See ganz ab; im entgegengesetzten Falle bleibt ein See zurück, der so lange abfließen wird, bis der Zufluß ganz durch die Verdunstung und Versickerung entführt wird. Sollte der Bruch Statt gefunden haben, bevor die Oberfläche des Sees bis auf den Punkt gesunken ist, wo Verdunstung und Zufluß in ihren Effekten einander gleich sind, und wäre der Durchbruch von einer Art, daß die horizontale Ebene, welche durch den Boden der Öffnung gelegt wird, mit dem kompensirenden Niveau zusammenfällt, dann hört der Abfluß des Sees auf.

Geognostische Untersuchungen sind zuweilen im Stande, ein helles Licht auf das relative Alter des Ausflusses eines Beckens zu werfen. Wenn die umgürtenden Berge fossile Seemuscheln besitzen, die in einer wagerechten Linie rund um das Becken verfolgt werden können, und korrespondiren die Gesteinsschichten auf beiden Seiten des Ausflusses mit einander, so dürfen wir aus diesen Thatsachen folgern, daß der See lange Zeit ohne einen Abfluß war und dieser demnach verhältnißmäßig neü ist. Daß der See lange ohne Abfluß bestand, wird durch die Betrachtung wahrscheinlich, daß sein Wasser salzig gewesen sein muß, weil es Seethiere ernährte; hätte er einen Ausfluß gehabt, so konnte er nicht lange salzig bleiben, denn Salzwasser würde beständig herausgeflossen sein, während nur allein süßes Wasser den Verlust ersetzte.

Es ließe sich vielleicht einwenden, daß fossile Seethiere und ein Ausfluß keine Beweise von der frühern Existenz eines Sees seien, wo sich jetzt keiner befindet; daß das Bassin das eines Meerbusens gewesen sei, welches vom Anfang an mit dem Ocean in Verbindung stand, als dieser, außer den höhern Gegenden, die ganze Erde bedeckte; daß, wenn der Ocean noch ein Mal sein Niveau erniedrigte, und an die Stelle des Schwarzen Meeres nur ein Fluß trete, und sein Becken rundum mit den Überresten von Seethieren bedeckt bliebe, es falsch sein würde, von

diesem Zustande der Dinge zu schließen, es habe daselbst lange vor der Bildung des Ausflusses ein Landsee bestanden, der vermittelst jenes seitdem abfloß. Die allgemeine Meinung ist indeß zu Gunsten der langen Existenz gewisser Salzseen, deren Becken anjetzt trocken liegen, und die gegenwärtig nur von einem Flusse bewässert werden, welcher durch die später gebildete Öffnung seinen Ausgang findet.

Es ist bereits des Rheins bei seinem Austritt aus der Pfalz, der Elbe bei ihrem Austritt aus Böhmen, der Donau bei ihrem Durchbruch durch das Eiserne Thor ꝛc. erwähnt worden. Ähnliche Verhältnisse finden sich überall auf der Erde. So war in Frankreich das lange und breite Saone-Thal, an dessen rechter Seite das schöne Land von Beaujolais, und an dessen linker Seite ein Theil von La Bresse und La Dombe liegt, ein einziger großer See, so lang die Felsengebirge vor der Stadt Lyon nicht durchbrochen waren. Der Ausgang dieser Saonekluft an dem Granitfelsen Pierre Seise (eine Viertelstunde von Lyon) dicht am rechten und dem gerade gegenüber am linken Ufer emporsteigenden Felsen zeigt aufs deütlichste die einsägende und durchbrechende Gewalt des Stroms. Eben so mußte einst die Ebene von Montbrisson zwischen den Gebirgen des Pilate in der Landschaft Forez einen Seekessel bilden. In den Vereinigten Staaten von Nordamerika ist der Ohio der Abfluß eines ungeheüern Sees, welcher bei Louisville sich öffnete. Die verschiedenen Ketten der Alleghanies und der Blue Mountains umschlossen früher Seen, die von verschiedenen gegen Ost und West gerichteten Öffnungen trocken gelegt wurden; und in diesen Öffnungen fließen jetzt der James, Potomack, Suskowanna, Delaware ꝛc. zum Atlantischen Ocean. Das Bassin des Hudson ist auf eine ähnliche Weise durch einen Bruch im Querrigel bei West Point abgelassen. Bei der Bildung aller dieser Spalten scheinen Erdbeben mitgewirkt zu haben, von denen nach Volney die ganze Ostküste der Vereinigten Staaten unverkennbare Spuren trägt. A. von Humboldt spricht auch von den drei Längenthälern Aragua, Caracas und Monai in den Kordilleren von Venezuela, welche einst geschlossene Seekessel waren. Die großen Katarakten des Orinoco in den engen Klüften von Maypure und Atures zwischen der Parime-Kette, die engen Felsenschlünde oder Pongos im Oberlauf des Amazonenstroms, die Quebradas so vieler andern Flüsse von Südamerika, die Ghats im Himalaya zeigen, daß überall da einst festgeschlossene Felsen standen, welche von der Gewalt der Wasser durchnagt und durchbrochen worden sind, und daß vor Eröffnung dieser engen Klüfte oberhalb derselben die Thäler und Landschaften große Seekessel bilden mußten. Und so hat auch in allen andern Ländern, wo

nur Gebirgszüge von Bedeütung sind, dieselbe Erscheinung Statt gefunden.

Aus dem Bisherigen dürften sich folgende Resultate ergeben: —

Der Ausfluß eines Sees kann möglicherweise nur dann als von älterer Bildung wie der See selbst angesehen werden, wenn historische Daten, glaubwürdige Überlieferungen oder geologische Thatsachen beweisen, daß der See durch ein Versinken des Beckengrundes später entstanden ist.

Der Ausfluß eines Sees ist neürer Bildung als der See selbst, wenn das Bassin des Sees unleügbare Merkmale von Seemuscheln darbietet, die zu derselben Niveaulinie in verschiedenen Theilen des Beckens emporsteigen, oder wenn über dem Ausbruch eine natürliche Brücke liegt; oder wenn Geschichte oder Tradition das Gedächtniß an die Umstände, durch welche die Abflußrinne gebildet wurde, aufbewahrt hat.

Der Abfluß eines Sees läßt sich in allen Fällen, mit Ausnahme der zwei eben erwähnten, als gleichzeitig mit dem See selbst betrachten.

Von den Wirkungen, welche ein See durch seinen Abfluß erleidet, wollen wir nur einiger gedenken. Zunächst erzeügt der Abfluß eine beständige Strömung im See, die, wenn sie auch in gewissen Fällen oder in einigen Theilen des Sees nicht wahrzunehmen ist, dennoch vorhanden sein muß. Die Richtung dieses Wasserzuges hangt natürlicherweise von der relativen Lage, welche der Abfluß gegen den Hauptzufluß hat, und von denjenigen Theilen des Sees ab, wo der Zufluß eintritt und der Abfluß ihn verläßt. Der natürlichste, obwol nicht immer vorkommende Fall ist, wenn Ein- und Ausfluß an den entgegengesetzten Enden des Sees Statt finden, wie beim Genfer-, dem Luzerner-, dem Boden-See, dem Bjeloi Osero u. a. m. Bei einigen Seen tritt der Zufluß an dem einen Ende ein, während der Abfluß an der Seite erfolgt; so beim Nor Saisan, der den Irtuisch am östlichen Ende aufnimmt, während er ihn in der Mitte der Nordseite wieder abfließen läßt. Bei andern sind Zu- und Abfluß auf gegenüber stehenden Seiten des Sees, u. a. beim Baikal, der die Selenga an der Südostseite aufnimmt, und die Angara an der Nordwestseite abfließen läßt; wobei jedoch zu beachten ist, daß die obere Angara dem Baikal an seiner nordöstlichen Spitze zufließt; aber diese ist im Vergleich mit der Selenga ein unbedeütender Zufluß. Endlich finden sich beide, der Zufluß sowol als Abfluß an demselben Ende, oder derselben Seite des Sees; so beim Ladoga, Onega, und Ilmen; ja auch beim Neuchateler-See, wenn man geneigt ist, die Broye als seinen Hauptzufluß zu betrachten; denn dieser Fluß mündet an derselben Seite, an welcher die Zihl abfließt.

Ganz entschieden ist die Strömung in denjenigen Seen, deren Wasserspiegel mehr oder minder gegen den Horizont geneigt ist. Unter den Alpenseen auf der italienischen Seite hat der Orta-See, nach den Messungen des Grafen Morozzo, eine Neigung von Süden nach Norden, welche 3' 1' 8'' beträgt; der See ist 9 italienische oder geogr. Meilen lang, und fließt bei Omegna durch das Flüßchen Nigoglia ab, das sich in die Strona, und diese in den Toce ergießt, welcher seinerseits nach dem Lago maggiore geht. Auch dieser prachtvolle Alpensee hat ein von Norden nach Süden gerichtetes Gefälle, welches, wie Morozzo gezeigt hat, nicht weniger als 8' 4' 5'',₃₃ auf 40 Meilen Länge, zwischen Magadino und Arona, beträgt; so daß der See gleichsam als ein breiter, über seine Ufer getretener Strom zu betrachten ist. Eben so besitzt der Genfer-See eine nach Westen gerichtete Neigung: der Rhone ist bei seinem Eintritt in den See 10 Fuß höher als am Ausfluß bei Genf.

Die meiste Ablagerung erfolgt immer da, wo das Wasser die geringste Bewegung hat. Wenn daher die Strömung eines Sees in der Richtung seiner Längenerstreckung geht, so wird das Wasser zu beiden Seiten verhältnißmäßig ruhig sein; tritt der zweite der oben erwähnten Fälle ein, so werden die Wasser unterhalb des Ausflusses keine Bewegung haben; und dieses wird für einen großen Theil der Wassermasse an beiden Enden Statt finden, wenn der dritte Fall eintritt. Wir sagen, das Wasser werde bewegungslos sein, weil seine Erneüerung so langsam eintritt, daß es als ein stehendes Wasser betrachtet werden, und alle Nachtheile eines solchen besitzen kann, wenn der Wasserspiegel nicht hinreichende Größe hat, um vom Winde stark bewegt zu werden, oder wenn er nicht selbst Zuflüsse empfängt, welche dieses stehende Wasser nach dem allgemeinen Stromzuge treibt.

Ein Phänomen, welches in Seen, die einen Abfluß haben, nicht selten vorkommt, ist die Bildung einer Bank unmittelbar hinter dem Abfluß. So hat der Bjelo Osero eine Barre unmittelbar vor seinem Zufluß Kowja, und eine andere, viel größere vor seinem Abfluß Schektschna am andern Ende des Sees. Dies rührt ohne Zweifel davon her, daß sich drei verschiedene Strömungen an einem Punkte treffen. Der See verengt sich an seinem Ausflußende, und darum vereinigen sich hier die von zwei Seiten kommenden Wasser unter einem spitzen Winkel, während gleichzeitig die in der Richtung der Achse des Sees vorherrschend wehenden starken Winde einen dritten Stromzug erzeügen. Bevor nun diese drei Strömungen sich vermischen und gemeinschaftlich dem Abfluß zueilen, er-

leiden sie eine Verminderung in ihrer individuellen Geschwindigkeit und bilden eine Ablagerung.

Auf gleiche Weise hat der Ladoga-See unmittelbar hinter seinem Abfluß, der Newa, eine Insel, die ohne Frage durch die Effekte auf einander stoßender Strömungen entstanden ist.

Indem der Abfluß beständig das Streben hat, den Wasserspiegel des Sees auf das Niveau des Flußbodens herabzudrücken, würde er dies in längerer oder kürzerer Zeit im Verhältniß der Größe der Öffnung, verglichen mit der Wassermenge, die abgeführt wird, bewirken, gewänne der See nicht dasjenige, was er durch den Abfluß verliert, durch den beständigen Zufluß. Das Verhältniß des Zuflusses (nach Abzug der Verdunstung) zu den Dimensionen der Öffnung bestimmen daher das Profil der abfließenden Masse, und was diesem, für eine gegebene Wassermenge, an Breite fehlt, wird ihm an der Höhe ersetzt.

Doch muß hier erinnert werden, daß die Wassermenge, welche von einem Abfluß in einer gegebenen Zeit abgeführt wird, nicht immer gleich ist, wenn auch der Flächeninhalt des den Abfluß bewirkenden Stromprofils derselbe ist. Wäre ein Abfluß 50 Fuß breit und 100 Fuß tief, ein anderer aber 100 Fuß breit und 50 Fuß tief, so dürfen wir nicht schließen, daß, weil beide Profile 5000 Geviertfuß enthalten, die Wassermengen beider in einer gegebenen Zeit gleich seien; denn die Kraft und Bewegung des fließenden Wassers hangt nicht allein von der Neigung des Flußbettes, sondern auch von der Höhe des Wassers ab: das Gewicht der obern Wassertheilchen treibt die untern vorwärts, und darum strömen die Wasser in einem engen und tiefen Seeausfluß mit größerer Geschwindigkeit als in einem breiten und seichten Abflußkanal.

Die Effekte des Fließenden auf sein Bette haben wir bereits kennen gelernt. Treten diese in einem Seeabfluß ein, so müssen sie nothwendigerweise auf den See selbst zurückwirken. Denken wir uns einen See mit Abfluß ohne allen Zuschuß, so ist es klar, daß der Wasserspiegel dieses Sees, selbst wenn die Öffnung keine Veränderung erleiden sollte, auf dem Niveau des Abfluß-Bodens dann stehen wird, sobald jede Entladung aufhört. Und nimmt die Tiefe der Öffnung zu, so wird die Zeit des Stillstandes verzögert, und die Wassermasse vermindert sich so lange, bis der Abfluß seine Thätigkeit einstellt.

Wenn das Bette des Ausflusses bis auf den Grund des Sees ausgespült werden könnte, so leuchtet es ein, daß all' sein Wasser ablaufen und das Bassin trocken gelegt werden würde. Und nehmen wir noch ein Mal an, der See empfange einen beständigen Zufluß, indeß der Abfluß

unverändert bliebe, so bleibt der See auf seinem konstanten mittlern Niveau.

Erfährt das Bette des Abflusses keine Veränderung, während der Zufluß wächst, so steigt der See; da aber in diesem Falle das Profil der abfließenden Wassermasse an Höhe und Breite zunimmt, so entweicht sie in beständig wachsendem Verhältniß, weshalb das Steigen allmälig langsamer wird. Wenn das Wasserprofil am Ausfluß und die Geschwindigkeit im Verhältniß zum Zuflusse stehen, so findet weiter keine Modifikation in der Größe der Seefläche Statt, in so weit diese vom Abfluß abhangig ist. Bildet das Profil der Öffnung ein Parallelogramm, so verursacht ein Steigen des Sees eine größere Geschwindigkeit im Abfluß, weil der Querschnitt mit steigt; und diese Geschwindigkeit verhindert zu gleicher Zeit ein unbestimmtes Steigen der Oberfläche.

Bleibt aber der Zufluß derselbe, während der Abfluß wächst, und dies ist ein gewöhnlich vorkommender Fall, so muß sich die Oberfläche des Sees erniedrigen, wenn auch nicht genau, wie man vielleicht auf den ersten Blick glauben könnte, in direktem Verhältniß des Mehrbetrages der abfließenden Wassermenge über die zufließende; denn je mehr der See durch die Erweiterung des Abflußbettes sinkt, desto weniger verliert die Oberfläche durch Verdunstung.

In Fällen, wo die Öffnungen in großer Höhe über dem gegenwärtigen Niveau des Wassers entschiedene Merkmale von Annagung zeigen, da können wir die Ursache finden, der man ihr Entstehen zuschreiben muß; aber in gewissen Gesteinen und Bodenarten werden diese Merkmale durch die Effekte der Elemente leicht verwischt, und dann ist die Entscheidung schwer, ob die Ausflußbetten plötzlich entstanden sind oder durch den langsamen Prozeß der Wasserspühlung. In gewissen Fällen mag der obere Theil der Öffnung plötzlich entstanden und der größere Theil später ausgespühlt sein.

Ungeachtet des Ersatzes, welchen die Vorsehung so bewunderungswürdig veranstaltet hat, um das Menschengeschlecht vor den schrecklichen Wirkungen plötzlicher Veränderungen zu bewahren, giebt es doch einen theilweise vorherrschenden Einfluß in verschiedenen Reihen von Phänomenen. So finden wir trotz der Ursachen, welche eine zu schnelle Verminderung des Wassers in den Seen zu verzögern streben, überall eine merkliche und beständig fortwirkende Abnahme desselben.

Ist der Wasserstand eines Sees an der Seite, wo die Ausgießung Statt findet, seicht, so wirkt eine Zunahme in der Tiefe des Ausflusses nicht allein auf eine Erniedrigung des Wasserspiegels hin, sondern auch

auf eine Veränderung der Lage des unmittelbaren Abflusses, der die ursprüngliche Öffnung verlassen hat und gegen den See hin zurückgewichen ist. Ein sehr auffallendes Beispiel hiervon giebt der Genfer-See, dessen ursprünglicher Abfluß unleügbar beim Fort l'Ecluse war, von dem der gegenwärtige, in Folge der Verminderung des Sees, 5 Lieus entfernt ist.

Es ist noch der Seen zu erwähnen, welche ehemals einen Abfluß gehabt haben, ihn jetzt aber nicht mehr besitzen. Nur eine unmittelbare Ursache kann für ein Phänomen dieser Art existiren, nämlich, indem die horizontale durch den Boden des Abflusses gehende Oberfläche so ausgedehnt ist, daß der durch Verdunstung erfolgende Verlust mindestens dem Zufluß gleich sei. Auf den ersten Blick könnte es scheinen, daß in dem angeführten Falle die Wasser eines Sees nie über dieses Niveau zu steigen vermögten, um sich in einem Abfluß zu entladen; allein wir müssen uns hierbei erinnern, daß nichts gewöhnlicher als eine Veränderung im Lokalklima ist, wovon es der Beispiele sehr viele giebt; so kann u. a. die Verdunstung zunehmen und der Zufluß in Folge verarmter Quellen abnehmen. Ein See kann früher einen Wasserstand gehabt haben, welcher einen Abfluß möglich machte, im Lauf der Zeiten aber haben sich Verdunstung und Zufluß so ausgeglichen, daß der Seespiegel auf das Niveau des Abflußbettes herabgesunken ist.

Ein Beispiel dieses Prozesses sehen wir am Platten-See in Ungarn, der, im Verhältniß zu dem ihm zufließenden Wasser von großer Ausdehnung seiend, so sehr abgenommen hat, daß der Sio, sein vormaliger Abfluß, vermöge dessen er sein Wasser in die Sarviz und durch diese in die Donau ausschüttete, jetzt nur noch ein sumpfiges Bette hat. Daß der See vormals um Vieles größer gewesen sein müsse, davon sieht man deütliche Spuren auf dem gebahnten Wege gegen Keszthely, wo man immer ein altes tiefes Bett mit einem hohen Ufer zur Seite bemerkt, welches jetzt mit den herrlichsten Saatfeldern prangt.

Der Neüsiedler-See scheint früher ebenfalls mit der Donau in Verbindung gestanden zu haben, und zwar vermittelst der Raab; aber auch hier ist das Bette des Abflußkanals gegenwärtig nur ein Sumpf, woraus also erhellet, daß die Verdunstung größer als der Zufluß und der See fortwährend im Abnehmen begriffen ist *).

*) Diese Abnahme soll, nach Wimmer, gewöhnlich fünf Jahre hindurch Statt finden; dann überläßt der See große Strecken seiner Ufer dem Landmann zur Benutzung und zieht sich bis auf eine Stunde weit zurück. Dieses ist aber, fährt Wimmer fort, nur scheinbar; denn in einem Jahr schwillt er gewöhnlich wieder an und greift dann nicht selten weiter denn je. Im Archive des Fürsten Ester-

Das auffallendste Beispiel des hier betrachteten Phänomens bietet ohne Zweifel der Aral-See dar, von dem wir allen Grund haben zu glauben, daß er in früheren Zeiten mit dem Caspischen See in Verbindung stand. Meyendorf erfuhr von den Krgisen, ihre Väter hätten ihnen erzählt, der See habe den Fuß des Berges Sari-Bulak bespült, der jetzt 60 Werst oder beinahe 9 deütsche Meilen vom See entfernt ist; und ein Jahr vor Meyendorfs Reise stand das Wasser noch drei Werst, oder fast eine halbe deütsche Meile jenseits der Straße, auf welcher er seinen Zug längs des Sees machte.

---

hazy befindet sich eine Urkunde, welche von vierzehn Ortschaften spricht, die in den See versunken sind; und eine andere Urkunde des Ödenburger Archivs von 1366 erwähnt namentlich drei Dörfer, die spurlos verschwunden sind.

Drei und dreißigstes Kapitel.

Von der Temperatur der Seen der Färbung, Durchsichtigkeit und Beschaffenheit ihres Wassers. Salzseen; der Elton-See, das Todte Meer, der Neüsiedler-See. Natron-Seen. Seen mit incrustirendem Wasser.

Wenn wir den einfachsten Zustand eines Körpers als seinen natürlichsten betrachten, so müssen wir Eis als den natürlichsten Zustand des Wassers ansehen, denn es ist alsdann mit einer kleineren Quantität Wärmestoff verbunden; und obwol das Wasser in flüssiger Form in weit größerer Menge über die Erde verbreitet ist, als im festen Zustande, so ist doch die Quantität Eis, welche ewig auf der Erdoberfläche liegt, sehr bedeütend. Die ungeheüern Glätscher der eüropäischen Alpen, des Himalaya rc. bilden, in Verbindung mit den Eisfeldern und Eisbergen der Polregionen, eine Masse festen Wassers von enormen Dimensionen. Der liquide Zustand ist indeß der gewöhnlichste. Wiederholte Versuche haben gezeigt, daß, wenn das Wasser selbst bis zum Eispunkt abgekühlt ist, es noch 75° C. Wärme verliert, welche, weil sie im flüssigen Wasser latent ist, der Wärmestoff der Flüssigkeit genannt wird (I. Band, S. 404).

Jenseits der obern Gränze des ewigen Schnees muß einleüchtenderweise alles Wasser im Zustande des Eises sein, es sei denn, daß irgend ein eigenthümlicher Umstand ein Hinderniß entgegenstellte; aber dies ist höchst selten der Fall und demnach auch das Vorkommen des Wassers im flüssigen Zustande eine ungewöhnliche Erscheinung. In diesen Regionen des ewigen Frostes ersetzen ungeheüre Glätscher die Stelle der Seen. Im Winter ergänzen sie sich durch stets neüe Massen von Schnee und vermindern sich im Sommer durch theilweisen Thau. Von Seen, die bis auf den Grund gefroren seien, weiß man kein Beispiel; einige frieren

niemals zu, andere dagegen werden bisweilen je nach den Umständen bis zu einer größeren oder geringeren Tiefe, und auf längere oder kürzere Zeit mit einer Eisdecke belegt.

Bevor ein See ganz zufrieren kann (es sei denn, daß Treibeis hineinkomme), muß die ganze Wassermasse bis auf 4°,4 abgekühlt sein, weil, so lange irgend ein Theil des Wassers eine höhere Temperatur besitzt, dieser, seiner geringern specifischen Schwere wegen, in die Höhe steigen wird. Hat die ganze Masse diese Temperatur von 4°,4 angenommen, so kann sich die oberste Schicht noch weiter abkühlen, wir wollen sagen bis 2°, ohne daß die Schicht am Grunde, die nun um 2°,4 wärmer ist, in die Höhe kömmt; denn +4°,4 ist die Temperatur, bei welcher das Wasser seine größte Dichtigkeit hat; unter diesem Wärmegrad ist es wieder leichter, und im Zustande des Eises um 0,1 leichter.

Betrachten wir zunächst einen See von mittlerer Tiefe und Ausdehnung, der keine Zuflüsse, weder an der Oberfläche, noch unter derselben empfängt, und keinen Abfluß hat. Die Temperatur einer solchen Wassermasse wird auf zweierlei Wegen afficirt, durch den Kontakt erstens mit der Erde, und zweitens mit der Luft.

Angenommen, die Erde habe in allen Tiefen gleiche Temperatur, und diese Temperatur sei dieselbe wie die der Luft, so läßt sich erwarten, daß die ganze Wassermasse eines Sees dieselbe Temperatur haben werde, wie der Boden und die Luft. Wird die Luft durch irgend eine Ursache kälter, so wird sich auch die Temperatur des Bodens und die des Wassers vermindern, denn beide werden einen Theil ihrer Wärme an die kältere Luft abgeben; das Wasser indeß weniger als der Erdboden. Die so kühler gewordene Oberfläche des Wassers erhält eine größere Eigenschwere und sinkt, jedoch nicht bis auf den Grund, weil die Wassertheilchen während ihres Sinkens wieder wärmer werden. Das warme Wasser, welches in die Höhe kommt, wird seinerseits kalt und sinkt. So wird, wenn die Atmosphäre eine lange Zeit kalt bleibt, die ganze Wassermasse eine Temperatur annehmen, welche der Luftwärme gleich ist.

Nun aber haben wir noch den Effekt des Bodens zu betrachten, mit dem das Wasser in Kontakt ist und der die Temperatur desselben ebenfalls modifizirt. Der Erdboden kühlt sich an seiner Oberfläche schneller ab als das Wasser. Die Ursache davon liegt vielleicht in der glatten Oberfläche des letztern, welche für die Strahlung ungünstig ist, und den vielen Ecken und Spitzen der erstern. Da zudem der Boden bewegungslos ist, während das Wasser eine aufsteigende und niedersteigende Bewegung hat, so wird die gleiche Vertheilung der Wärme durch die Masse

des Erdbodens langsamer Statt finden als die Verbreitung innerhalb des Wasserkörpers. Es sind uns keine Beobachtungen über die Zeit bekannt, welche für eine gegebene Tiefe im Erdboden und im Wasser erforderlich ist, um eine an der Oberfläche herrschende Temperatur der Tiefe mitzutheilen; wie groß aber auch diese Zeit sei, so wird sie, je nach der eigenthümlichen Beschaffenheit des Bodens bedeütenden Veränderungen unterworfen sein. In Ermangelung dieses Elementes müssen wir uns indessen mit einem andern begnügen, demjenigen nämlich, daß je tiefer wir unter die Oberfläche der Erde kommen, desto höher die Wärme werde. Wenden wir diese Erfahrung auch auf das Wasser an, so ist unsere erste Voraussetzung nicht länger haltbar, indem das Wässer des Sees mit seinem Grunde auf einem verhältnißmäßig wärmern Boden ruht; woraus sich folgern ließe, daß die allgemeine Erkaltung des Wassers in gewissem Maße nothwendigerweise verzögert werden müsse. Ferner ließe sich schließen, daß je tiefer ein See, desto wärmer sein Boden sein werde; und wir haben mithin zwei plausible Gründe für die Erscheinung, warum tiefes Wasser eine längere Zeit zum Gefrieren braucht als seichtes; erstens, weil eine größere Wassermasse abzukühlen ist, und zweitens, weil diese Masse, indem sie auf einem wärmeren Grunde ruht, eine höhere Mittel-Temperatur besitzt. Einen merkwürdigen Fall dieses Effektes bietet ein kleiner See bei Lochneß in Schottland dar; er liegt auf dem Gipfel eines hohen Berges und soll unergründlich sein, und friert, wie Mackenzie berichtet, nie zu, während der Loch-Anwyn, oder grüne See, welcher von jenem 17 Meilen entfernt ist, fast immer mit Eis bedeckt ist.

Wir haben eben angenommen, daß die Luft kälter geworden als das Wasser; das Gegentheil indessen findet haüfig Statt. Sein Effekt ist aber je nach den Umständen sehr verschieden. Ist das Wasser an der Oberfläche um etwas kälter als + 4°,₄, so erhöht jeder Zusatz von Wärme bis 4°,₄ die Dichtigkeit des Wassers an der Oberfläche, und verursacht mithin eine niedersteigende und aufsteigende Bewegung; besitzt aber die ganze Wassermasse eine Temperatur von 4°,₃, so hat eine von der Atmosphäre mitgetheilte Wärme-Erhöhung keinen Effekt mehr in der Erzeügung von vertikalen Strombewegungen; und da Wasser im Zustande der Ruhe ein schlechter Wärmeleiter ist, so wird die Masse einer sehr langen Zeit bedürfen, um seine Temperatur auszugleichen, und in diesem Falle wird das Wasser an der Oberfläche viel wärmer sein als in den tiefern Schichten.

Aus diesen Betrachtungen geht hervor, daß eine allgemeine Gleichförmigkeit der Temperatur in der ganzen Wassermasse leichter und schneller

im Winter als im Sommer bewirkt wird. In der zuletzt genannten Jahreszeit hat man den Unterschied der Wärme zwischen der Oberfläche und dem Boden des Wassers 12°,5 und darüber gefunden.

Seen verändern ihre Temperatur viel langsamer als die Luft, von der diese Temperatur modifizirt wird. Während die auf einem See ruhende Luftmasse nach Sonnen-Untergang im Sommer einen plötzlichen Übergang von einer höhern Temperatur zu einer niederern erleidet, bedarf das Wasser zur Abkühlung bis auf die Nacht-Temperatur einer viel längern Zeit als die ganze Nacht, welche in jener Jahreszeit in unsern Klimaten von kurzer Dauer ist; und darum bleibt das Wasser, weil die Wärme-Ursache zurückkehrt, bevor es abgekühlt ist, gewöhnlich wärmer als die Nacht-Temperatur im Sommer. Im Winter dagegen ist es kälter als die Mittags-Temperatur der Luft. Das längere Verweilen der Sonne über dem Horizont im Sommer, und unter demselben während des Winters, vermehren den in Rede seienden Effekt.

Movozzo sagt, daß die Seen, in Folge plötzlich eintretender kalter oder warmer Winde einer schnellen Temperatur-Veränderung unterworfen seien; indessen gedenkt er blos des Wechsels an der Oberfläche. So herrscht, nach des Grafen Bemerkung, auf dem Lago maggiore und dem Lago d'Orta regelmäßig ein kalter Wind, welcher Nachmittags genau in der heißesten Tageszeit weht. Im Sommer ist das Wasser des Sees während der Nacht und früh am Morgen bei einer Tiefe von 6 Fuß wärmer als an der Oberfläche selbst, wenn gleich diese wärmer ist als die Luft. Daß ein kälteres und folglich schwereres Wasser auf dem wärmeren und leichteren schwimmen sollte, scheint seltsam und fast unerklärbar zu sein, denn das schwerere muß und wird unter das leichtere sinken. Allein dieser Prozeß ist stets langsam, besonders dann, wann der Temperatur-Unterschied nicht groß ist, wie es hier wol der Fall sein mögte, obwol die Temperaturen nicht angegeben sind. Und da das Wasser an der Oberfläche, nach Movozzo's Bemerkung, wärmer als die Luft ist, so wird, unter Voraussetzung daß letztere trocken sei, die Ausdünstung beträchtlich sein; und dieser mögte daher die geringere Wärme an der Oberfläche, im Vergleich mit der Wärme einer tiefern Wasserschicht, zuzuschreiben sein.

Obwol der Lago maggiore und der Lago d'Orta nicht zu den Seen ohne Zu- oder Abfluß gehören, so ist dennoch klar, daß die hier erwähnten Ursachen einer plötzlichen Temperatur-Veränderung dieselbe Wirkung auf die gedachte Klasse von Seen haben werden. Überhaupt muß die Temperatur der Seen, unabhängig von der Modifikation, welche sie durch

ihren Zu- oder Abfluß erleiden, von der allgemeinen Temperatur der Bassins, in welchen sie liegen, abhangig sein; sie kann schwerlich jemals gleichförmig sein; dieser Zustand wird aber desto eher eintreten, je länger die Temperatur der Luft konstant geblieben, und je geringer die Tiefe des Wassers ist.

Überdem ist es gewiß, daß es viele anomale Ursachen giebt, welche die allgemeine Temperatur der Seen in verschiedenen Jahreszeiten zu modifiziren streben, nicht minder auch die partielle Temperatur der einzelnen Wasserschichten in verschiedenen Tiefen unter verschiedenen Umständen. Wie verwickelter muß mithin die Frage werden, wenn Seen Zuflüsse, sowol oberhalb als unterhalb ihres Wasserspiegels empfangen und in dem einen oder in dem andern Falle einen Abfluß haben, oder vielleicht in beiden Fällen!

Dann muß die Temperatur der Seen bedeütend modifizirt werden; einerseits durch die Temperatur und das Volumen des Wassers, welches sie aufnehmen, andererseits durch das relative Quantum des Abflusses und seiner Lage in Beziehung auf den Wasserspiegel, ob der Abfluß an der Oberfläche oder unter derselben erfolgt.

Interessant würde es sein, die Temperatur der verschiedenen Zuflüsse des Genfer-Sees, namentlich des Rhone, vor ihrer Ergießung in den See, und die Wärme des Wassers an dem Punkte des Rhone-Abflusses zu bestimmen. Im Allgemeinen läßt sich wol annehmen, daß die an der Oberfläche in diesen See strömenden Wasser, welche direkt in einem offenen Laufe von den aufthauenden Glätschern stammen, um mehrere Grad kälter sein müssen als die mittlere Temperatur des Sees; während diejenigen, welche aus Quellen kommen, indem sie, obwol ursprünglich ebenfalls von den Glätschern herrührend, unmittelbar in den See fallen, sich während ihres unterirdischen Laufes bedeütend erwärmt haben müssen; diese Erwärmung wird sich natürlicherweise nach der Länge und Tiefe ihres Laufs, so wie nach der Beschaffenheit des Bodens oder Gesteins richten.

So wird der Orta-See ganz von Quellen, der Lago maggiore dagegen zum großen Theil von Flüssen gespeist, was, nach Movozzo, zur Folge hat, daß in dem erstern ein geringerer Unterschied zwischen den Temperaturen der Oberfläche und des Grundes Statt findet, als in dem zweiten. Dieser Zustand ist in der That natürlich, obgleich Movozzo's eigene Beobachtungen ihm zu widersprechen scheinen; denn unter fünf Beobachtungen, welche er im August im Orta-See anstellte, gibt das Mittel eine Differenz von ungefähr 3°, während zwei Beobachtungen im Lago

maggiore, im September angestellt, nur eine mittlere Differenz von 1° geben. Aber diese Thatsachen stehen zu isolirt, um zu einem entscheidenden Resultate führen zu können.

Es ist erwähnt worden, daß der Genfer-See viel kaltes Wasser aufnimmt; dies wird natürlich in seinem Wasserbecken sinken, während der Ausfluß gleichzeitig das Oberflächen- oder das wärmere Wasser abführt, welches von dem in die Höhe steigenden kälteren ersetzt wird; und folglich kann, obschon die Ausdehnung des Sees von der Art sein mag, daß diese neüen Oberflächen-Wasser Zeit gewinnen, sich zu erwärmen, ihre Temperatur weder groß noch wesentlich verschieden von der Wärme der untern Wasserschichten sein.

Diese Betrachtungen werden durch die Beobachtungen bestätigt, welche De Saussure, gemeinschaftlich mit Pictet, im Genfer-See angestellt hat. Wir gingen, erzählt er, von Genf den 11. Februar früh um sieben Uhr ab, kamen um ein Uhr Nachmittags nach Evian, und schifften uns daselbst nach Meillerie ein. Wir fanden das Wasser an seiner Oberfläche 4°,5 R. Unsere Schiffsleüte führten uns auf die Stelle, wo sie den See am tiefsten glaubten; dies ist Meillerie gegenüber, ungefähr 800 Toisen vom Ufer entfernt. Hier ließen wir das große Michelische Thermometer mit einem richtigen Senkblei beschwert nieder. Es fiel nicht weiter als auf die Tiefe von 950 Fuß. Es war drei Viertel auf sechs Uhr. Wir beschlossen, das Instrument die Nacht über im Grunde des Sees zu lassen, damit es Zeit genug hätte, die Temperatur des Seewassers anzunehmen; und da es unmöglich war, auf erwähnter Stellung über Nacht zu bleiben, so machten wir einen Strick zurecht und befestigten ihn mit seinem Ende an ein Bret und an einen kleinen Kübel von Tannenholz, um Morgens früh ihn wieder finden zu können. Das Thermometer war, wie schon gesagt, auf der Oberfläche des Wassers 4°,5 und in der Luft 1°,75 R. Es war beinahe Nacht, als wir mit unserer Arbeit fertig waren; ein dichter Nebel verdoppelte die Finsterniß und verbarg uns das Ufer; wir mußten die Magnetnadel zu Hülfe nehmen, um nach Meillerie zurück zu kommen, wo wir die Nacht in einem ziemlich schlechten Nachtlager zubrachten.

Des andern Morgens bei Tagesanbruch schifften wir uns wieder ein, um unser Thermometer herauszuziehen; ich war sehr unruhig seinetwegen und fürchtete, die Fischer möchten es die Nacht über entwendet, oder ein Zufall den Strick zerrissen und unser Merkzeichen weggetrieben haben. Es war daher ein sehr großes Vergnügen für uns, als wir den kleinen Kübel noch in eben der Lage oben schwimmen sahen, worin wir ihn ver-

lassen hatten. Wir zogen das Thermometer etwas vor acht Uhr zurück, so daß es also vierzehn Stunden am Boden des Sees geblieben war. Wir gebrauchten zehn Minuten, um es mit einer sanften und gleichförmigen Bewegung heraufzuheben, und fanden es genau auf $4^{\circ}{,}_{5}$. Die Temperatur der Oberfläche des Wassers war beständig $4^{\circ}{,}_{5}$, und die der Luft $2^{\circ}{,}_{25}$. Um über diesen Versuch gar keinen Zweifel übrig zu lassen, versenkten wir ein Thermometer in einer Flasche, anstatt des großen, und ließen dasselbe sieben Viertelstunden am Boden. Wir zogen es hierauf in $7^{1}/_{2}$ Minuten in die Höhe, da es sich dann auch genau auf $4^{\circ}{,}_{5}$ befand. Dieses Thermometer konnte hier gebraucht werden, obschon es minder gegen den Eindruck des Wassers verwahrt war, durch welches es beim Heraufnehmen gehen mußte; weil der Unterschied zwischen der Wärme des Grundes und der Oberfläche und der der Zwischenraüme äußerst gering war.

Während dieses Thermometer versenkt war, machten wir noch zwei andere Versuche, den einen in einer Tiefe von hundert, den andern in einer Tiefe von hundert fünfzig Fuß, und fanden daselbst das Wasser wie auf der Oberfläche zu $4^{\circ}{,}_{5}$. Um endlich den Gedanken an eine unterirdische Quelle, oder irgend eine andere Lokalursache zu entfernen, welche im Grunde des Sees auf die Thermometer hätten wirken können, hielten wir dafür, unser Versuch müßte noch ein Mal, und zwar an einem verschiedenen Ort, wiederholt werden. Wir ließen uns Evain gegenüber fahren, zwei Stunden unterhalb des Dorfes Meillerie, und fanden da eine halbe Stunde vom Ufer die Tiefe des Grundes 620 Fuß. Wir versenkten daselbst zwei Thermometer und ließen sie daselbst von drei Viertel auf drei Uhr Nachmittags bis um sieben Uhr des andern Morgens. Wir zogen sie in $5^{1}/_{2}$ Minuten herauf und fanden sie beide auf $4^{\circ}{,}_{15}$. Die Oberfläche war immer auf $4^{\circ}{,}_{5}$, und die freie Luft auf $3^{\circ}{,}_{5}$. Wir hatten den Abend vorher die Pumpenröhre auf 350 Fuß tief eingetaucht und das Wasser damit heraufgezogen, dessen Temperatur genau $4^{\circ}{,}_{5}$ war.

Einige Seen haben einen unterirdischen Abfluß, welcher in einigen Fällen an der Oberfläche, in andern am Boden entsteht. Der Lac de Joux, im Jura, ist ein Beispiel der ersten Art. Es ist indessen klar, daß wenn das Wasser eines unterirdischen Abflusses an der Oberfläche des Bodens hervorbricht, seine Temperatur verschieden sein werde von derjenigen, welche das Wasser hatte, als es den See verließ; denn sein Durchgang durch den Erdboden, dieser möge nun nach Umständen lang oder kurz sein, muß die Temperatur modifiziren. Darum muß die Temperatur des Wassers unmittelbar da beobachtet werden, wo es den See

verläßt. Beim Lac de Joux fließt, obwol er seinen Überschuß vermittelst eines unterirdischen Abflusses verliert, doch nur, wie gesagt, Oberflächen-Wasser ab. Wo die Öffnung des Abflusses am Boden des Sees liegt, wird dieser, statt seines wärmern Wassers, sein kälteres verlieren, und folglich wird ein See dieser Art eine höhere Mittel-Temperatur haben, als wenn der Abfluß von der Oberfläche Statt findet.

De Saussure fand am 15. Juli die Wärme der Luft 10°,8 R., die des Wassers im Lac de Joux an der Oberfläche 10°,5, und in einer Tiefe von 80 Fuß im Mittel aus zwei Beobachtungen 8°,62. Ich gestehe, bemerkt er, daß ich letztere niedriger zu finden glaubte, weil es mir schien, daß in einer so hohen Lage, da die Oberfläche dieses Sees 317' höher als die Fläche des Genfer-Sees ist, die Mittel-Temperatur, die man gemeiniglich auf einer Tiefe von 80 Fuß antrifft, hätte kälter sein sollen. — Vielleicht kann diese Erscheinung großentheils einem partiellen Entweichen des Bodenwassers durch die Spalten und Risse des geschichteten Gesteins, welches das Bette des Sees bildet, zugeschrieben werden.

Die Temperatur der Seen hangt mithin nicht allein von der Temperatur ihres unmittelbaren Beckens, sondern auch von der Temperatur des Wassers ab, welches sie von entfernten Bergen und den an ihrem Grunde entspringenden Quellen empfangen; und da Verdunstung vornämlich wegen des Wärmegrades des Wassers bewirkt wird, so finden wir, daß den Ursachen der Verdunstung noch die direkte Temperatur des Sees zugezählt werden muß, diejenige nämlich, welche unter dem Einfluß der Temperatur seiner Zuflüsse steht, und von dem Effekt seines Abflusses, seiner Tiefe 2c., modifizirt wird.

Wenden wir uns zu der Farbe und Durchsichtigkeit der Seen, so müssen wir zum Theil auf dasjenige verweisen, was im eilften Kapitel über die Färbung des Meeres gesagt worden ist (I. Band, S. 428 ff.). Sir Humphry Davy hat die schöne blaue Farbe, durch welche einige Schweizer Seen ausgezeichnet sind, der großen Reinheit ihrer vom geschmolzenen Schnee stammenden Wasser, und die grüne Farbe des Meeres einer Beimischung von Jodine zugeschrieben. Angenommen, das Regen- und Schneewasser sei vollkommen rein, so kann diese Reinheit nicht länger existiren, wenn dieses in einem Bassin der Erde enthaltene Wasser ein See wird, welcher mit Leben geschwängert ist, das mit den auflöslichen Salzen der Erde in Kontakt tritt, und der die Produkte unterwassriger Vegetation und Zerstörung absorbirt. Daher kann, was auch immer die Farbe der Seen-Wasser sein möge, diese Färbung nicht ihrer Reinheit zugeschrieben werden; ja was noch mehr: die Färbung des

Wassers hangt so wenig von ihrer Reinheit ab, daß das sehr weichliche Wasser der Alpenseen und die salzigen Wogen des Biscaischen Meerbusens dasselbe Ansehen darbieten.

Wäre Wasser in Folge seiner Reinheit blau, so würde kein anderes als reines oder weiches Wasser diese Farbe darbieten; und rührte die grüne Tinte des Meerwassers von Jodine her, so würde die Farbe aller Orten dieselbe, und nur in der Intensität nach der Tiefe verschieden sein, und kein Wasser außer demjenigen, welches Jodine enthielte, würde diese Färbung darbieten. Welche Masse von Jodine müßte erforderlich sein, die Wasser des bodenlosen Oceans zu färben! Nun ist es aber Thatsache, daß sowol süßes als Meerwasser unter gleichen Umständen dieselben Farben haben. Hiernach leüchtet es ein, daß die größere oder geringere Reinheit des Wassers mit seiner Färbung nichts zu thun hat, so lange als die Unreinigkeiten im Zustande der Auflösung sich befinden und seine Durchsichtigkeit auf keine Weise zerstören. Gewisse Substanzen mögen allerdings wol im Stande sein, das Wasser zu färben, ohne seine Durchsichtigkeit aufzuheben; indessen kennen wir keinen Fall, in welchem die Analyse vermögend gewesen wäre, in Wasser von Landseen, des Meeres oder der Flüsse ein Quantum von solch' färbender Materie zu entdecken, als erforderlich wäre, so ungeheüre Wassermassen zu färben.

Die Farbe großer Wassermassen läßt sich von zweierlei Gesichtspunkten betrachten, einem allgemeinen und einem zufälligen. Jener hangt von dem Grad der Durchsichtigkeit, von der Tiefe und der Beschaffenheit des Bodens ab; dieser von einer Veränderung in der Densität, von der zufälligen Beimischung fremder Substanzen, der Bewegung der Oberfläche, dem Effekt von Strömungen, welche unter der Oberfläche Statt finden ꝛc.

Da Wasser vom Licht durchdrungen werden kann, so wird dieses natürlicherweise bis zu einer gewissen Tiefe hinabreichen, je nach der Intensität des Lichts, der Klarheit des Wassers und der Glätte seiner Oberfläche. Ist das Wasser eines Sees so tief, daß, trotz seiner Durchscheinbarkeit, die Lichtstrahlen bis auf den Boden entweder gar nicht, oder nur in so kleinen Quantitäten gelangen, daß die von ihm zurückgeworfenen Strahlen vom Wasser verschluckt werden, bevor sie die Oberfläche erreichen, dann wird der See ein vollkommener Spiegel, und bietet, wenn er weder vom Winde noch von einer Strömung bewegt wird, das Azur eines wolkenlosen Himmels dar, aber mit zunehmender Intensität der Farbe, was von dem schwarzen Boden des dunkeln Abgrundes herrührt.

Ist dagegen die Tiefe des Wassers von der Art, daß die Lichtstrahlen den Boden erreichen können und von da in's Auge zurückgeworfen werden,

so wird nur allein die Farbe des Grundes wahrgenommen, die indessen von dem reflektirten Himmelsblau je nach der Tiefe des Wassers oder der Stellung des Beobachters modifizirt werden kann. Besteht z. B. der Grund aus gelbem Sande, und befindet sich der Beobachter in geringer Entfernung vom Ufer, so wird das ihm zunächst seiende Wasser eine grünliche Tinte annehmen, indem sich das Gelbe des Bodens mit dem reflektirten Blau des Himmels vermischt. Blickt er über diese Stelle hinweg, so wird das reflektirte Blau allein sichtbar bleiben; nähert sich aber der Beobachter dem Ufer, und blickt hinab, oder fährt er auf dem See, so wird nur der gelbe Boden unmittelbar unter und neben ihm sichtbar sein; und nimmt der Grund nach und nach an Abschüssigkeit zu, so wird die Färbung stufenweise in Grün übergehen, zuerst gelblichgrün, dann blaülichgrün und zuletzt einfach Azur; stürzt hingegen der Grund plötzlich in die Tiefe, so verändert sich auch die Tinte plötzlich. Ist das Licht sehr intensiv, das Wasser sehr klar und ruhig, und die Tiefe nicht zu groß, so kann alles am Boden deütlich und in seinen natürlichen Farben gesehen werden, als sähe man durch das farbloseste und durchsichtigste Glas. Dieser Zustand ist in der That ein Zustand völligen Mangels an Farbe und vollkommener Durchscheinbarkeit, der es zuweilen schwer macht, an die Existenz eines so dichten Mediums zu glauben, als doch in der Wirklichkeit zwischen dem Beobachter und der Tiefe zu seinen Füßen befindlich ist.

So sind die Wasser des Obern Sees, sagt Heriot, reiner und durchsichtiger als die irgend eines andern Sees auf der Erde, und Fische sowol als Felsen können deütlich in einer Tiefe erkannt werden, welche unglaublich scheint. Die Dichtigkeit des Mediums, auf welchem sich das Schiff bewegt, scheint kaum die der Atmosphäre zu übertreffen, und der Reisende empfindet ein Gefühl von Furcht, wenn er dieses für ihn neüe Schauspiel vor Augen hat.

Und eben so sagt Elliot in seinen Briefen aus dem Norden Europas: — „Nichts fällt dem Fremden mehr auf als die Durchsichtigkeit der Wasser in Norwegen. In einer Tiefe von 100 oder 120 Fuß ist der Grund deütlich zu erkennen, zuweilen sieht man ihn ganz mit Muscheln bedeckt, zuweilen nur damit besprenkelt; bald stellt sich dem Blick ein submariner Wald, bald ein subaquatischer Berg dar. Und wenn, nach Sir A. De Capell Brooke's Bemerkung, ein Boot über einen subaquatischen Berg von gewisser Höhe fährt, so ist die optische Taüschung von der Art, daß derjenige, welcher allmälig in ruhigem Fortschritt über die Oberfläche voll Verwunderung den steilen Abhang erstiegen hat, mit

Grausen zurückbebt, wenn er über den Gipfel setzt, weil er glaubt, in die Tiefe zu stürzen.“ Auch der Genfer-See ist eben so durchsichtig als der Wettern in Schweden. In dem letztern kann man einen halben Kreüzer in einer Tiefe von zwölf Faden deütlich erkennen.

Daß diese außerordentliche Durchsichtigkeit des Wassers nicht auf die Landseen beschränkt sei, sondern auch im Meere wahrgenommen werde, wissen wir aus dem eilften Kapitel dieser Umrisse (1r Band, S. 330 ff.).

Zuweilen bemerkt man in verschiedenen Theilen der Landseen eine permanente Manchfaltigkeit der Färbung. Aller Wahrscheinlichkeit nach darf man dieses der Gestalt des Bodens zuschreiben, welcher mit Bänken oder subaquatischen Bergen von gleicher oder verschiedener Beschaffenheit besetzt ist, von denen einige innerhalb, andere außerhalb des Einflusses von übertragenem Lichte stehen; oder, wenn sie diesem in gleicher Stärke zugänglich sind, unter dem Einflusse von Farben, welche verschiedene absorbirende oder reflektirende Eigenschaften besitzen.

Doch, wir müssen noch der zufälligen Färbung gedenken, welche zunächst von den schwebenden Materien bewirkt werden kann, die angeschwollenen Zuflüsse bald dem ganzen See, bald nur einem Theile desselben mittheilen, und in letzterm Falle die Richtung der Strömung und die Weite, bis zu welcher sie sich erstreckt, nachweisen. Die von dem Wasser angenommene Farbe hangt natürlicherweise von der Farbe der schwebenden Materien ab.

Auch der Wind wirkt auf die Färbung der Landseen in mehr als einer Weise. Haben Seen eine große Ausdehnung und zu gleicher Zeit nur eine geringe Tiefe, so wird das Wasser, bei heftigen Luftströmen, bis auf den Grund aufgewühlt, und der auf demselben ruhig liegende Sand in Bewegung gesetzt, der nun dem Wasser seine Farbe mittheilt. Zu dieser Veränderung der Farbe ist indeß nicht ein ungestümer Wind dringend nothwendig; die schwächste Luftbewegung, der sanfteste Zephir kann diese Wirkung hervorbringen, weil bei dem gekraüselten Wasserspiegel ein großer Theil des Lichts, welches vorher bis auf den Grund drang, aufgefangen wird, und dieser bei der geringern Beleüchtung weniger Kraft besitzt, seine Farbe dem Wasser einzuprägen; dann aber auch, weil jede der vom Winde erzeügten kleinen Erhöhungen eine Schattenseite, und eine theilweise im Schatten stehende korrespondirende Vertiefung darbietet. Diese unzähligen Stellen von dunklerer Färbung, die, in beständiger Bewegung seiend, gleichförmig über einen großen Theil der Oberfläche vertheilt sind, geben dem Ganzen einen grauweißen Thon, wenn man die Wasserfläche in einer, der Sonne entgegengesetzten Richtung betrachtet;

wogegen das Wasser, sieht man es von der andern Seite, einen Silberschein hat, in Folge der unmittelbaren Reflektion der Sonnenstrahlen, welche die kleinen Wellen in eben so viele glänzende Sterne verwandelt.

Die verlängerten Schatten der Berge können, wenn auch nicht als eine zufällige, doch als eine temporelle Ursache der Veränderung in der Farbe des Wassers angesehen werden, nicht allein wo der Schatten die Oberfläche trifft, sondern auch ferner hinaus, so weit als der Schatten den Boden erreicht, vorausgesetzt, daß das Wasser nicht zu tief sei, um das empfangende Licht zu reflektiren.

Eine andere Ursache zufälliger Färbung ist in den untern Strömungen zu erkennen, die in einigen Landseen zuweilen vorkommen. Wenn ein See, wie z. B. der Genfer, im Sommer eine erhöhte Temperatur annimmt, und er in dieser Jahreszeit eine Menge sehr kalten Wassers von dem plötzlich eintretenden Abschmelzen des Schnee's in den höhern Alpenregionen oder der Glätscher empfängt, so muß dieses kalte Wasser, wenigstens auf eine gewisse Entfernung hin, eine unter der Oberfläche laufende Strömung erzeügen. Es leüchtet ein, daß in diesem Falle, sowol wegen der untern Bewegung, indeß der Wasserspiegel ruhig ist, als auch wegen einer Verschiedenheit in der Densität, eine Modifikation des zur Unterströmung dringenden Lichtes, und auf diese Weise eine Färbung eintreten muß, welche verschieden ist von derjenigen, die sich unter andern Umständen zeigt, selbst wenn man beiden Wassermassen eine gleiche Klarheit beilegt, was jedoch nicht der Fall ist; denn das Zuflußwasser bringt schwebende Materien mit, oder wühlt mindestens den Seeboden auf und macht die darauf rauschende Wasserschicht unrein.

Wichtiger als die Farbe ist die Beschaffenheit des Wassers der Landseen. Sie hangt von zwei Umständen ab: — Erstlich, von der größeren oder geringeren Reinheit der Zuflüsse, und zweitens, von der Beschaffenheit des Grundes oder des Erdbodens in der unmittelbaren Nähe des See's, in so fern mehr oder minder auflösbare Materien vorhanden sind; wozu man noch drittens die mehr oder minder vollkommene Erneüerung und Veränderung des Wassers rechnen könnte.

In Beziehung auf den zuletzt erwähnten Umstand dürfte es sich wol selten ereignen, daß eine Wasserfläche, die ihrer Ausdehnung nach auf den Namen eines See's Anspruch machen kann, von Winden und Strömungen bewegt, so zum Stagniren käme, daß ihre Wasser in Faülniß übergehen müßten, wie wir es in Pfützen wahrzunehmen pflegen. Von dieser Seite scheint daher keine Veränderung in der Beschaffenheit des Wassers der Landseen möglich zu sein, weil die Translations-Bewegung

beständig, bald stärker, bald schwächer thätig ist. Was dagegen die Veränderung betrifft, welche das Seewasser durch Zuflüsse erleiden kann, so leüchtet es ein, daß dasjenige, was die Wasser derselben verunreinigt, auch ein Streben haben muß, auf das Wasser des See's zu wirken, und zwar in dem Verhältniß, erstens, der größern oder geringern Unreinheit des Zuflusses oder mehrerer Zuflüsse; zweitens, des Quantums der unreinen Materie zur ganzen Masse des See's, und drittens im Verhältniß zum Quantum des reinen Wassers, welches er von andern Quellen empfängt. Hat zudem der See keinen Abfluß, so muß sein Wasser stets unreiner, d. h. für den Gebrauch des Menschen und der Thiere untauglicher werden *), weil ein beständiger Zuschuß an unreiner Materie erfolgt, die Verdunstung dagegen nur das reine Wasser entführt; dadurch wird der See mehr und mehr mit den Salzen und andern auflöslichen Substanzen, die sein Wasser unrein machen, gesättigt; ein Verhältniß, welches uns auf die Betrachtung der Salzseen führt, welche man zuweilen als eine eigene Klasse der Landseen angesehen hat.

Als Ursache der salzigen Beschaffenheit des Wassers in vielen Seen hat man, außer der schon angeführten, noch angenommen, daß diese Seen die Überreste des Oceans seien, welcher in einer uns unbewußten Periode die ganze Erde bedeckte **); oder daß die Wasser dieser Seen über einem

---

*) Der Platten-See in Ungarn, obwol er keinen Abfluß hat, zeichnet sich durch die große Reinheit seines Wassers aus. Man soll es Jahre lang in einem Keller aufbewahren können, ohne daß man die geringste Spur eines Faülniß-Überganges bemerkt. Man schreibt diese Erscheinung der Kohlensaüre zu, an der das Wasser reich ist, und die ihm von Quellen zugeführt wird, die theils an den Ufern, theils in der Tiefe sprudeln.

**) Die Frage, woher das Meer seinen Salzgehalt bekommen habe, hat schon haüfig die Aufmerksamkeit der Naturforscher beschäftigt, ohne bis jetzt befriedigend gelöst worden zu sein. Aristoteles glaubte, das Salz werde durch die Wirkung der Sonnenstrahlen erzeügt, und neüere Naturforscher und Naturphilosophen haben sich bemüht, eine ähnliche Ansicht zu entwickeln, welche indeß nach dem gegenwärtigen Stande unserer chemischen Kenntnisse durchaus keine Befriedigung gewährt. Sinnreicher unstreitig ist die Vorstellung Halley's, welcher sich auch Büffon geneigt erklärt; er bemerkte nämlich, daß alles Flußwasser eine höchst geringe Quantität von den Salzen in Auflösung enthalte, welche im Meere vorkommen; es wird von ihnen in den Ocean geführt und kommt durch die Verdunstung des Meeres, welche die atmosphärischen Gewässer erzeügt, nicht wieder zurück; es muß daher das Meer allmälig immer mehr und mehr Salzgehalt aufnehmen, und seine Salzigkeit beständig in Zunahme begriffen sein. Die Erfahrung kann dieser Hypothese durchaus nicht widersprechen, da die Zeit, seit welcher wir genauere Angaben vom Salzgehalte des Meeres besitzen, zur Prüfung derselben in der That viel zu kurz ist. Sehr scharfsinnig ist der von Halley auf

Grunde fluthen, welcher aus ungeheüern Salzmassen bestehe. Eine jede dieser Ursachen kann bei der Bildung der Salzseen mitgewirkt haben.

Fast überall auf der Erde finden sich Salzseen; besonders reich an denselben sind aber die Tafelländer der Mongolei und Tartarei, und Sibirien ist gleichsam damit übersäet. Der Kaspische See enthält Salzwasser, und die Steppen, die sich von seinen Ufern nach Osten und Norden in unbegränzte Fernen erstrecken, sind voll von Salzlagern und Salzquellen, deren Wasser an mehreren Orten zu ansehnlichen Behältern zusammenlaüft. Unter diesen Seen giebt es viele, welche reines Kochsalz bis zur Sättigung enthalten; andere geben bittere und alkalische Salze. Auf geringem Raume finden sich Seen benachbart, von denen die einen süßes Wasser, die andern Kochsalz, wieder andere Bittersalz, und noch andere Bittersalz und Schwefelleber enthalten; ja es giebt Seen, die früher süßes Wasser führten, jetzt dagegen mit salzigem Wasser angefüllt sind; und Seen, die vormals Kochsalz lieferten, sind gegenwärtig mit Bittersalz gesättigt.

Zu den ausgezeichnetsten Seen, die eine reiche Ausbeute von Salz gewähren, gehören in dem Kaspischen Steppenlande der Grjosnoe Osero, d. h. kothige See, der inderskische und der Elton=See. Pallas ist es unter den ältern Reisenden der Petersburger Akademie, welcher über diese Seen Untersuchungen angestellt und lehrreiche Nachrichten mitgetheilt hat.

---

diese Voraussetzung gegründete Versuch, aus dem gegenwärtigen Salzgehalte des Meeres das Alter der Erde zu berechnen, welcher indeß doch immer nur sehr zweifelhafte Resultate hervorbringen kann. Eine andere von Bergmann zuerst aufgestellte Hypothese ist, daß der Ocean seinen Salzgehalt durch große, auf seinem Grunde befindliche Steinsalzlager erhalte. Bergmann stützte sich darauf, daß der Meergrund der Oberfläche des Festlandes so ähnlich sei, und folglich auch Salzflächen und Salzlager enthalten könne; er machte zugleich Versuche, welche bewiesen, daß eine ruhige, hohe Wassersaüle, welche über einer Salzmasse steht, nur sehr wenig und sehr langsam von derselben auflöse. Sollten diese Niederlagen auch nur an wenig entlegenen Punkten vorhanden sein, so würden die Strömungen des Meeres, seine Fluth=Bewegung ꝛc. allerdings die ganze Wassermasse in eine gleichförmige Lösung verwandeln können; allein der Salzgehalt der eingeschlossenen Meere, welche nur ausgehende Ströme haben, würde sich dadurch nicht erklären lassen. Dieser Meinung ist u. a. d'Aubuisson sehr geneigt. — Es bleibt indeß noch bei ihr viel Problematisches, und es ist sehr möglich, daß diese Frage einen rein geologischen Karakter hat, vermöge dessen wir genöthigt sind, anzunehmen, der Salzgehalt sei der einzige Bestandtheil, welchen das allgemeine Gewässer zurückbehalten habe, nachdem so ungeheüre Massen von Niederschlägen, wie sie die neptunisch gebildeten Gebirgsarten zeigen, aus ihm abgeschieden worden sind.

Von den neüern Reisenden entlehnen wir aus Erdmanns Beiträgen zur Kenntniß des Innern von Rußland folgende Beschreibung des Elton-See's:

Er liegt achtzehn deütsche Meilen südöstlich von Kamuischlin und neün und dreißig Meilen von Saratoff entfernt, mit seinem Mittelpunkte in Lat. 49° 6' N., Long. 44° 20' O. Paris. Seine Gestalt ist oval, sein langer Durchmesser, von W. nach O., beträgt 2³/₇ d. Meilen, der kürzere, von N. nach S., 1⁶/₇ d. Meile, und der Umkreis dessen 6⁵/₇ Meilen. Er hat ein sehr flaches Bassin, und man soll ihn im Sommer ganz durchwaden können, wenigstens ist er dann einige Werst vom Ufer selten über 1 Arschine (28 engl. Zoll) tief. Die Mitte desselben ist jedoch noch nicht gemessen worden. Im Frühjahr (März und April) schwillt der See vom Schneewasser, so wie im Oktober vom Regenwasser, stärker an. Sein Rand ist zum Theil flach, zum Theil hoch und abschüssig; das letztere mehr an der nördlichen und östlichen Seite. Da, wo das Ufer flach ist, besteht es aus thonigem Boden; da, wo es hoch ist, geht Kalkstein mit Spuren von Schaalthieren zu Tage aus. Übrigens erhebt sich die Steppe vom Uferrande an nur allmälig und unbedeütend. Unter der obersten Schicht derselben von Dammerde liegt ein zwei Lachter mächtiges Thonlager, welches auch das Bassin des See's zu bilden scheint, darunter aber Sand. Von allen Seiten ergießen sich kleinere oder größere Bäche in denselben. Man zählt, außer mehreren ganz unbedeütenden, sechszehn Bäche, die beständig und größtentheils salzhaltig sind. Um die Mündung derselben ist das Ufer gewöhnlich morastig, und der See mehrentheils unzugänglich. Einen Abfluß hat derselbe nicht, und das Wasser, welches er aufnimmt, wird blos durch die Ausdünstung wieder zerstreut. Seine Oberfläche spielt verschiedene Farben, je nachdem die Beleüchtung verschieden ist; bei schief auffallenden Sonnenstrahlen, besonders des Abends, giebt er indessen meistens einen röthlich-gelben Widerschein, und dies ist Veranlassung zu dem ursprünglich kalmuckischen Namen Altan-Nor (d. h. Goldener See) geworden, woraus in der Folge im Russischen Elton entstanden ist. Nähert man sich demselben, so bemerkt man zugleich einen laugenhaft modrigen Geruch, der sich aus dem Schlamme am Ufer zu entwickeln scheint. Die Soole, die er enthält, wird Rapa genannt, und stellt eine koncentrirte Salzlauge dar, welche etwas getrübt und gelblich ist. Ihr Geschmack ist sehr scharf salzig und etwas bitterlich, ihr specifisches Gewicht = $1{,}_{208}$, und ihre Temperatur mit der des Luftkreises übereinstimmend. Auf die Haut gebracht, erregt sie eine Empfindung, als wenn man Öl darauf brächte. Diese Taüschung ist sehr auffallend beim Waschen der Hände, wenn sie nicht an irgend einer Stelle verwun-

det sind; denn alsdann fühlt man nur zu sehr, daß man keine milde Flüssigkeit vor sich hat.

Nach der von Erdmann angestellten chemischen Untersuchung enthält ein Civilpfund der Elton-Soole:

Kohlensaure Talkerde	2,94 Gr.
Schwefelsaures Natron	29,52
Schwefelsauren Kalk	2,80
Schwefelsaure Talkerde	142,68
Salzsaures Natron	548,00
Salzsaure Talkerde	1270,18
Extractivstoff	38,80
Überhaupt an festen Bestandtheilen	2034,92 Gr.

Schöpft man die Lauge des Abends spät, so bleibt sie unverändert; schöpft man sie mitten am Tage, so macht sie einen salzigen Bodensatz. Dies rührt offenbar von der Einwirkung der höheren Temperatur des Wassers in den Mittagsstunden her, bei welcher sich mehr Salz auflöst, als nachher bei der Abkühlung aufgelöst erhalten werden kann, und auf diesem Prozeß beruht denn auch die Erzeügung des Salzes im Großen da, wo es gebrochen wird.

Sobald nämlich der See von den Strahlen der Sonne erwärmt ist, und dies geschieht bei seiner geringen Tiefe und großen Oberfläche sehr bald, so sättigt sich die Lauge vollkommen mit Salz auf eine Weise, daß schon während des Verdunstens auf der Oberfläche hin und wieder ein Salzhaütchen entsteht, welches bei zunehmender Schwere zu Boden sinkt, oder an den hervorragenden Unebenheiten des Grundes in der Nähe des Ufers hangen bleibt, oder beim Zurückziehen des Wassers von den flächern Stellen eine Kruste um das Ufer herum bildet und dem See daher ein winterliches Ansehen giebt. Indessen erfolgt der Hauptniederschlag wol erst mit der Abkühlung in den Abendstunden und des Nachts hindurch. Auf dem Grunde des See's finden sich dichtere und stärkere Salzlagen, die nach der Mitte desselben zu dicker und vielfacher sind, als in der Nähe des Ufers, so wie die untersten Schichten auch fester erscheinen, als die obern. Man hat derselben an dreizehn gezählt, ohne sie noch alle durchbrochen zu haben, und man muß dieselben als die Quelle ansehen, aus welcher die Natur das durch die Bearbeitung Entwendete immer wieder ersetzt. Diese Salzschichten haben eine verschiedene Mächtigkeit, im Durchschnitt 1 bis 2 Zoll, und sind durch eine feine Schlamm- oder Erdlage von einander getrennt, sind auch von empordringenden Quellen durchbrochen, die einen schwarzen, thonigen Schlamm absetzen.

Die erste Entstehung jener Salzschichten läßt sich wol nur aus den Zeiten herleiten, wo noch Meereswogen den Steppengrund bedeckten. Mit dem Zurückziehen der Fluthen blieb in diesen Gegenden vielleicht noch lange ein flaches Meer, dessen Wasser, durch die Ausdünstung vermindert, sich koncentrirt in den Niederungen sammelte, und daselbst bis auf einen kleinen Rest verdunstete. Bei diesem Prozeß konnte das Salz nicht aufgelöst erhalten werden; es bildete auf dem Boden eine Schicht, die sich vervielfachte, als von den atmosphärischen Wassern das Salz der benachbarten, und von den Bächen das Salz der entferntern Gegenden im Laufe der Zeit nach und nach herbeigeführt wurde. Denn noch bis jetzt hat dieser Zugang nicht aufgehört, indem der See ja unaufhörlich Salzbäche aufnimmt, ohne sich wieder zu entleeren. So ist derselbe ein ungeheüres Magazin, welches wol als unerschöpflich betrachtet werden kann; denn das, was man bis jetzt daraus genommen hat, ist nicht zu vermissen gewesen. Die Größe dieser Quantitäten ist sehr ansehnlich: Vom Jahre 1747 bis zum Jahre 1805 sind in einer Strecke von 8 Werst (etwas über 1 d. Meile) auf der Westseite des Elton-See's 243,573,947 Pud (zu 40 Russischen Pfund) Salz gebrochen worden. Die Wichtigkeit des Elton-See's für das Russische Reich läßt sich schon hieraus abnehmen, noch mehr aber, wenn man das Verhältniß des daraus verkauften Salzes mit dem überhaupt in Rußland consumirten berücksichtigt. Dieses Verhältniß ist nämlich ungefähr = 2 : 3, indem die Krone im Jahre 1804 15,372,849 Pud Salz verkaufte, worunter sich 10,648,897 Pud Elton-Salz befanden.

Der Kaspische See hat einen Salzgehalt, welcher dem des Oceans nahe gleich kommt; gegen die Ufer hin wird aber das Wasser fast ganz süß. Höchst ausgezeichnet wegen seines Salzgehaltes ist das Wasser des Todten Meeres; es ist so salzig, wie gradirte Soole, dabei sehr bitter und eckelhaft schmeckend; darum wird das Todte Meer, welches so heißt, weil in ihm nichts Lebendes sich aufhält, in der heiligen Schrift auch Salzmeer genannt, ein Beweis, daß es schon vor länger als vier tausend Jahren diese Eigenschaft besaß, obwol damals die angränzende Jordan-Aue wegen ihrer Fruchtbarkeit eben so berühmt war, wie sie jetzt durch Öde und Unfruchtbarkeit berüchtigt ist.

Unter den Landseen Eüropa's gehört insbesondere der, in Nieder-Ungarn gelegene, Neüsiedler-See in die Kategorie der Salzseen. Nach einer von Würtzler im Juli 1830 vorgenommenen Analyse seines Wassers ergab sich Folgendes: —

Specifisches Gewicht 1,002

Bestandtheile in 100 Unzen des Wassers:

1) Salzsaurer Kalk	0,118	Gr.
2) Salzsaure Bittererde	0,844	
3) Salzsaures Natron	7,000	
4) Schwefelsaures Natron . . .	8,880	
5) Kohlensaures Natron	23,267	
6) Kohlensaurer Kalk	1,293	
7) Kohlensaure Bittererde . . .	8,750	
8) Kieselerde	1,500	

Das Wasser hat ein schmutzig fahles Ansehen, es erregt Eckel, und bei zarterer Konstitution auch Erbrechen und konvulsivische Zufälle.

Besonders merkwürdig in ihrer Art sind die Natron-Seen in Ägypten, woraus dies Salz (das mineralische Laugensalz) jährlich in großer Menge gewonnen wird. Bertholet hat es wahrscheinlich gemacht, daß das Natron durch die Zersetzung des gemeinen Kochsalzes mittelst der kohlensauern Kalkerde, welche sich ebenfalls sehr haüfig in diesen Seen findet, erzeügt werde. Auch in Ungarn finden sich Natron-Seen, auf der Debreziner Ebene, längs der Straße von Debrezin nach Großwardein. Die ergiebige Natron-Ärnte beginnt hier im April und dauert in günstigen Jahren bis zum Oktober. Und wie wir Quellen kennen gelernt haben, welche die Eigenschaft haben, hineingeworfene Körper zu incrustiren, so giebt es auch Seen, deren Wasser dieselbe Eigenschaft besitzen. Dahin gehört der Lough Neagh in Ireland; und wahrscheinlich auch der Deria Schahi in Persien, von dem erzählt wird, daß sein Wasser sich versteinere, worunter nichts anderes als ein Erzeügen von Tuff oder Sinter zu verstehen sein dürfte, ähnlich etwa dem Wasser von Huanca-relica in Peru rc. (s. oben, im neünzehnten Kapitel, S. 44 u. ff.).

Vier und dreißigstes Kapitel.

Eigenthümliche Erscheinungen bei den Landseen. Das Steigen und Fallen des Kaspischen See-Niveau's, erlaütert von Lenz; dieses Phänomen scheint bloß meteorischen Karakters zu sein. Intermittirende Seen: Der Zirknitzer See. Die Seiches des Genfer und anderer Seen, am Bodensee Ruhß genannt. Sie rühren vom Luftdruck her, der auch auf den Wasserstand des Oceans von Einfluß ist. Jährliche Kurve des Wasserstandes im Bodensee. Wasserhosen werden auf den Landseen bemerkt. Die sogenannte Blüthe derselben. Kurze Bemerkungen über Sümpfe und Moräste.

Manche Landseen zeigen eigenthümliche Erscheinungen theils in ihrem Wasserstande, theils in der Bewegung ihrer Fluthen. So ist es eine bekannte Erfahrung, daß der Riesensee der Erde, der Kaspische, Veränderungen in seinem Wasserspiegel unterworfen ist, welche man früher für periodisch gehalten hat. Aber schon Gmelin widersprach dieser Meinung. Es ist zuverlässig, sagt er, daß es mit dem Steigen und Fallen seine Richtigkeit hat, aber ganz ungegründet, daß die Natur mit demselben eine gewisse Ordnung beobachte. Es kommt hier Alles auf die Witterung und die Winde an, und die sich in die See stürzenden Flüsse tragen zu diesem Phänomen gleichfalls ein Namhaftes bei. Man weiß, daß das Wasser in warmen und trockenen Jahreszeiten niedriger steht, als in den kalten und feüchten. Die Vermehrung des Wassers in den Flüssen, so wie die verminderte Ausdünstung, haben auf den Stand des Wassers einen großen Einfluß; aber alle diese Umstände binden sich an keine gewisse Zeit.

Lenz, der dem hier in Rede seienden Gegenstande eine besondere Aufmerksamkeit gewidmet hat, gelangt, nach Untersuchung aller vorhandenen Nachrichten und Beobachtungen, zu folgenden Resultaten:

Zu einer Zeit, die genau anzugeben unmöglich ist, die aber wenigstens von dem Jahre 500 angenommen werden muß, hat das Kaspische Meer mit dem Asoff'schen und mit dem Aralsee zusammengehangen. Dies ist die Hypothese von Pallas, für die aber Gründe sprechen, welche sie aüßerst wahrscheinlich machen.

Zu einer Zeit, die ebenfalls sehr weit zurückgesetzt werden muß, und wenigstens vor Erbauung des jetzigen Baku fällt, hat an den südlichen Küsten des Kaspischen Meeres ein sehr bedeütendes Steigen seiner Oberfläche Statt gefunden, welches wenigstens auf 50 Fuß angeschlagen werden muß. Dies ergab sich aus dem sehr wahrscheinlichen frühern Zusammenhange Nargen's mit dem Festlande, aus den in der Bai von Baku, am Silberhügel und bei Nescht unter Wasser stehenden Gebaüden ꝛc.

Nachdem die Oberfläche aber einmal diese Veränderungen erlitten hatte, ist ihre Höhe im Ganzen ziemlich gleich geblieben, jedoch scheint aus Bakui's und Kämpfer's Angabe ein geringes allmäliges Fallen sich zu ergeben, so daß die mittlere Höhe des achtzehnten Jahrhunderts niedriger ist, als im Jahre 1400 (um etwa 5 Fuß), wo das Wasser in Baku noch bei der Moschee stand, also, wie es scheint, in den Straßen der jetzigen Stadt.

Von diesem gleichen Stande im Allgemeinen können aber zwei temporäre Ausnahmen mit Sicherheit nachgewiesen werden. Vom Jahre 1685 etwa bis 1715 fiel das Wasser um etwa 10 Fuß und stieg wieder bis 1743. Dann erhielt es sich ohne bedeütende Veränderung in derselben Höhe bis 1816, von welchem Jahre an ein merkliches, aber nicht durchaus regelmäßiges Fallen bis zum Jahre 1830 von Lenz nachgewiesen und mit Sicherheit auf 10 Fuß berechnet worden ist.

Monteith bemerkt über das Phänomen Folgendes: — Da sich meine Wahrnehmung nur vom Jahre 1811 bis 1828 erstreckt, so kann ich nicht darauf Anspruch machen, diesen Punkt zu entscheiden, ausgenommen, daß während dieser Periode sowol der Kaspische See, als auch jeder andere See in Persien, sehr sichtbar an Tiefe abnahm. In dem Haff von Enzilli sind (außer der einen ursprünglichen, Mian Puschta genannten, Insel) drei neüe Inseln entstanden und jetzt mit Rohr und Gras bedeckt, wo das Vieh weidet, selbst einige Weidenbüsche wachsen hervor. Das Haff von Gemischawan, bei Länkoran, kann man jetzt durchwaten, was im Jahre 1812 nicht der Fall war; und da Länkoran an der Seeseite keine Festungswerke hat, so wäre es im Jahre 1826 fast von den Persern genommen worden, weil die Stadt jetzt eine Viertel Meile vom Wasser entfernt ist.

Wir wenden uns zu den Ursachen des Steigens und Sinkens des Kaspischen Niveaus, über welche Lenz die nachstehenden Betrachtungen angestellt hat. Indem wir den Verfasser selbst reden lassen, beschränken wir uns auf die Periode des Steigens und Fallens, welche um das Jahr 1700 Statt fand, und auf die Veränderungen in den letzten Jahren, da diese beiden Phänomene aus historischen Datis nachgewiesen werden können.

Beide Erscheinungen haben im Ganzen vollkommene Aehnlichkeit, sobald man annimmt (was aus dem Folgenden sehr wahrscheinlich werden wird), daß dem jetzigen Sinken des Wasserspiegels ein künftiges Steigen folgen werde.

Für's Erste kann man die Sache auf zweierlei Weise ansehen; man kann nämlich die Veränderung des Niveaus entweder der Wasserfläche selbst oder den umgebenden Ufern zuschreiben, und im letztern Falle annehmen, daß das Sinken desselben nur scheinbar sey und eigentlich in einem langsamen Erheben der Ufer, durch innere vulkanische Kräfte, seinen Ursprung habe, so wie das Steigen desselben in einem Sinken der letztern.

Dieser Ansicht treten aber sogleich bedeütende Schwierigkeiten in den Weg. Die Veränderungen der Wasserhöhe sowol um das Jahr 1700, als auch in den letzteren Jahren sind nämlich allgemein an allen Küsten des Sees beobachtet worden; wollte man daher z. B. das Sinken einer Erhebung der Küsten zuschreiben, so würde dieses voraussetzen, daß sich alle Küsten rund umher gegen den Mittelpunkt des großen Wasserbeckens erhöhen, denn würde dieses bloß an einer Seite desselben geschehen, während die entgegengesetzten Ufer sich unverändert erhielten, so würde daraus bei einem geschlossenen Bassin, wie dieser Landsee eins darstellt, nothwendig ein Steigen des Wassers an den letztern folgen. Die Ansicht einer Erhebung aller Küsten gegen den Mittelpunkt hat aber gewiß etwas sehr Unwahrscheinliches an sich.

Allein man kann die Sache noch anders ansehen, nämlich als ob sich der Boden des Meeres in der Mitte desselben allmälig senke, und auf diese Weise würde die Erklärung des Phänomens allerdings viel einfacher werden. Dieser Ansicht steht zwar das im Anfang des achtzehnten Jahrhunderts, nach dem Sinken, wieder erfolgte Steigen des Wassers bis auf ungefähr dieselbe Höhe entgegen; es scheint nämlich, als müßte zur Erklärung desselben der so eben gesunkene Boden sich wiederum erhoben haben; ein solches abwechselndes Steigen und Fallen des Bodens hat aber nicht viel Wahr cheinlichkeit für sich, und wir finden kein analoges

Beispiel dafür an andern Orten. Bei weiterm Nachdenken werden wir aber finden, daß wir desselben überhaupt zu der von uns gemachten Erklärung gar nicht bedürfen.

Da der Kaspische See ohne alle Verbindung mit einem andern Meere ist, so kann das von den Flüssen zugeführte Wasser nur durch Verdunstung entweichen, d. h., wir müssen annehmen, daß der sich während eines Jahres bildende Wasserdunst einer Oberfläche, gleich der des Kaspischen Sees bei seinem Normalstande, gerade eben so viel tropfbares Wasser entziehe, als ihr von den, in diesen See sich ergießenden Flüssen zugeführt wird. Sobald daher die Oberfläche kleiner wird, kann auch die Verdunstung nicht mehr so viel betragen, während doch der Zufluß derselbe bleibt, das Wasser muß also dann allmälig wieder steigen.

Eine solche Verringerung des Wassers findet aber natürlicher Weise Statt, sobald sich dieselbe durch ein Sinken des Bodens von den alten Ufern zurückgezogen hat; wenn daher das Sinken des Bodens aufhört, wird in den nächsten Jahren ein allmäliges Steigen der Wasseroberfläche darauf folgen, bis dieselbe wieder ihre normale Ausdehnung erlangt, d. h. bis sie wieder die alte Höhe an den Ufern erreicht hat.

Doch auch diese Ansicht bietet immer noch Schwierigkeiten dar, die dazu beitragen, sie weniger wahrscheinlich zu machen. Nehmen wir zunächst an, der ganze Boden senke sich, so müßte dieses Sinken während der Periode des Steigens und Fallens im Anfange des achtzehnten Jahrhunderts etwa 10 Fuß betragen, und die durch die Sonde bestimmten Meerestiefen müßten sich nach dem nachherigen Steigen um eben so viel vergrößert haben. Diese Zunahme der Tiefen ist aber nicht bemerkt worden, wo man auch das Senkblei hinabgelassen hat, wenigstens findet sich nichts Aehnliches erwähnt; es könnte sich also nur der Theil des Bodens gesenkt haben, wo die Tiefen nicht bestimmt worden sind, nämlich die Mitte des großen Landsees. Dann muß aber begreiflicher Weise diese Senkung auf viel mehr als 10 Fuß berechnet werden; die Zunahme der Tiefe nach dem Steigen an diesen Stellen wird sich zu 10 Fuß verhalten, wie sich die ganze Oberfläche des Wassers zu der des sich senkenden Theils verhält; wäre es also ein Achtel der Oberfläche (was gewiß nicht zu wenig angenommen ist), was sich senkte, so wäre die Zunahme der Tiefe 80 Fuß. Man sollte aber glauben, eine solche Zunahme müßte an einem oder dem andern Orte doch bemerkt worden seyn, so wie noch mehr die daraus nothwendig folgende bedeütende Abnahme der Salzigkeit des Wassers, und nur die Unvollständigkeit der Nachrichten, die man über diesen Punkt vor 1700 besitzt, lassen sich hiergegen in Anregung bringen,

und machen, daß die so eben entwickelte Ansicht eines Sinkens des Seebodens, zur Erklärung der temporären Veränderungen der Höhe seines Wasserspiegels, noch nicht geradezu zurückgewiesen werden kann.

Wir können aber hoffen, darüber ins Reine zu kommen, wenn, nach dem gegenwärtigen Sinken, das Wasser wieder anfangen wird zu steigen, was nach dieser Hypothese sowol als nach der noch anzuführenden nothwendig erfolgen muß. Wir haben nämlich jetzt genauere Angaben der Salzigkeit und der verschiedenen Tiefen dieses Meeres, so daß wir dieselben mit den nach dem wieder erfolgten Steigen anzustellenden werden vergleichen und darnach entscheiden können.

Die zweite zulässige Hypothese, welche das Sinken der Wasseroberfläche nicht dem Sinken des Bodens, sondern einer, eine Zeit lang, stärkern Verdunstung derselben zuschreibt, hat, außerdem, daß sie die einfachste und die zuerst sich darbietende ist, noch Manches für sich, namentlich den Umstand, daß das Steigen des Wassers von kälteren Jahren als gewöhnlich und die vorhergehenden begleitet worden sey, und diese Bemerkung hat um so mehr Gewicht, da sie nicht gemacht wird, um einen Erklärungsgrund für das in Rede stehende Phänomen abzugeben, sondern die größere Kälte von den Inwohnern Orenburgs als Folge des Steigens, und nicht als Ursache angesehen wird.

Was das Sinken des Sees in den letzten Jahren betrifft, so kann man zwar nicht nachweisen, daß seit dem Jahre 1816 die mittlere Temperatur des Jahres an den Kaspischen Küsten um etwas gestiegen *), noch auch, daß die Verdunstung durch andere Umstände, z. B. durch vorherrschende trockene Winde, begünstigt worden sei; doch läßt sich wenigstens so viel anführen, daß im ganzen Dagestan über die schreckliche Hitze in den Sommermonaten geklagt wurde, die bis auf 50° steigen soll, und

*) Nach den oben im 32. Kapitel mitgetheilten Thermometer-Beobachtungen von Lotkin in Astrachan fand ein Sinken der mittleren Temperatur des Jahres in dem Zeitraume von 1807 bis 1811 Statt, ja es läßt sich dies bis auf das Jahr 1805 verfolgen. In diesen sieben Jahren war die Mittel-Temperatur von Astrachan:

1805	10°,61 Cent.
1806	10,70 »
1807	10,38 »
1808	9,75 »
1809	7,98 »
1810	8,45 »
1811	8,53 »

sehr gefährliche Krankheiten zur Folge hat; ob diese Hitze in diesen Gegenden aber normal und seit dem Jahre 1816 nicht größer als früher geworden sey, darüber kann man freilich nicht mit Bestimmtheit entscheiden *).

Es ergiebt sich also, daß zwischen beiden möglichen Erklärungsarten bis jetzt nicht mit hinreichendem Grunde gewählt werden kann; nach beiden muß ein baldiges Steigen der in den letzten Jahren gesunkenen Oberfläche des Kaspischen Sees erwartet werden, denn auch nach der letzten Erklärungsart ist die stärkere Verdunstung auf keinen Fall als normal und dauernd anzusehen, und es muß sich, sobald sie aufhört, die Ausdünstung mit dem Zufluß der Ströme wieder ins Gleichgewicht setzen, und die Oberfläche folglich ihre alte Ausdehnung und Höhe wieder annehmen.

Wir haben geglaubt, dieser ganzen Darstellung hier einen Platz anweisen zu müssen, weil sie von einem Naturforscher herrührt, der mit dem Gegenstande auf's Innigste vertraut ist und ihn von allen Seiten beleüchtet hat. Nichts desto weniger will es uns bedünken, daß diese schon von Engelhardt und Parrot theilweise berührte Hypothese eines Emporhebens und Niedersinkens des Seebodens durch vulkanische Kraft etwas Gezwungenes hat, wie Lenz es auch selbst einräumt; wiewol die Thätigkeit der erwähnten Kraft in diesem Kraterlande der Erde, wie A. von Humboldt die Kaspische Senkung scharf bezeichnend nennt, in früheren Epochen der Natur nicht verkannt werden kann. Das ganze Phänomen, so weit es sich auf das jüngst vergangene Jahrhundert bezieht, scheint durchaus meteorischen Karakters zu sein. Der Kaspische See nimmt Eüropa's größten Strom auf (die Wolga), der allein ein Stromgebiet von mehr als 30,000 deutschen Geviertmeilen hat; er empfängt den Uralfluß und von den kaukasischen Strömen den Kur, den Terek und die Kuma, so daß seine Wassersysteme einen Raum von mindestens 45,000 Quadrat-Meilen einnehmen. Da kann es für den Wasserspiegel des Sees doch wahrlich nicht gleichgültig seyn, ob jener ungeheüre Raum, der vier Mal größer ist als ganz Deutschland, eine größere oder geringere Wassermasse abführt, oder, was dasselbe sagen will, ob das Quantum der atmosphärischen Niederschläge sich vermehrt oder vermindert hat. Tritt der letztere Fall ein und gesellet sich zu demselben noch eine Sommerwärme, welche den Normalzustand überschreitet, demnach die Verdunstung befördert, so

*) Fraser hatte in Rescht in der zweiten Hälfte des Mai 1822 eine Mittel-Temperatur, welche zwischen 24°,3 und 25°,6 schwankte.

kann es nicht fehlen, daß der Wasserspiegel des Kaspischen Sees sich senken muß; und es beruht wol nur auf einer irrigen Vorstellung, wenn zu Rutschkof's Zeit (1762) die Bewohner von Orenburg die größere Kälte nicht als Ursache, sondern als Wirkung des Steigens der Seefläche betrachteten.

Lenz hat durch die preiswürdigsten Untersuchungen ermittelt, daß, wenn der Wasserstand des Kaspischen Sees bei Baku im Jahr 1830 = 0 gesetzt wird, im Lauf des vorhergehenden Jahrhunderts folgende Niveau-Höhen Statt gefunden haben:

1727 wahrscheinlich nicht weit von	10	engl. Fuß.
1732	10	»
1747	10	»
1770	10	»
1780	10	»
1820	7	»
1830	0	»

Ueberraschend ist der Parallelismus dieser Zahlenreihe mit der analogen des Wasserstandes der Elbe. Wir sehen auch hier am Kaspischen See das Jahr 1780 den Wendepunkt bilden, bei dem die Niveau-Abnahme beginnt. Wenn an der Verminderung des Wasserstandes der deütschen Ströme hauptsächlich eine Verminderung der atmosphärischen Niederschläge Theil genommen hat, so läßt sich dasselbe unbedenklich auch von den Strömen des Kaspischen Sees und um so mehr voraussetzen, weil in ihren see- und sumpfreichen Quellbezirken keine Entwässerungen von Belang, und in den Waldungen des ganzen Gebiets weder eine bessere Forstkultur noch Abholzungen von bedeütendem Umfang Statt gefunden haben. Und so dürfen wir wol schließen, daß die Hydrometeore, in ihren Wirkungen auf die Flüsse, während des jüngst verflossenen Halbjahrhunderts in ganz Europa, von den Küsten des atlantischen Oceans *) bis zu den Ufern des Kaspischen Meeres, den nämlichen Karakter dargeboten haben.

Wir wenden uns zu einer andern Eigenthümlichkeit der Seen, welche insbesondere diejenigen zeigen, deren Bette in klüftigem Kalkgebirge ausgehölt ist; wir meinen die Intermittenz, das Zurückweichen des Wassers und das Wiedererscheinen desselben, ähnlich den intermittirenden Quellen. Unter den Seen, welche diese merkwürdige Eigenschaft haben, steht der Zirknitzer See auf der ersten Stufe. Otto, auf die Zeugnisse

*) Man vergleiche oben S. 30, wo die Verminderung der Regenmenge im Poitou nachgewiesen worden ist.

von Brown, Valvasor und besonders von Steinberg gestützt, theilt folgende Beschreibung mit:

Der Zirknitzer See im Herzogthum Krain, nicht weit von Adelsberg gelegen, und von dem Flecken Zirknitz so genannt, hat in seiner Länge drei Viertelmeilen, in der Breite aber eine halbe und an einer andern Stelle eine Viertelmeile. Dieses Maaß findet nur dann Statt, wenn der Wasserbehälter nicht durch lange anhaltendes Regenwetter ungewöhnlich angeschwollen oder seine Wassermenge durch trockene Witterung vermindert worden ist.

Gegen Süden und Norden wird er von den Längen zweier großer Berge, gegen Osten und Westen aber von kleineren Bergen und noch niedrigeren Hügeln begränzt. Da der Boden des Sees keine ebene Fläche, sondern ungleich ist, so ist auch seine Tiefe verschieden, welche noch außerdem durch die auf demselben befindlichen Ablaufsgräben und Schlünde verändert wird. Wenn er sich in seinen gewöhnlichen Gränzen erhält, beträgt seine Tiefe, die Gräben ungerechnet, etwa vier Klafter, über diesen aber an manchen Stellen fünf bis sechs, und an andern sieben, acht bis neün Klafter. Das Becken des Sees besteht aus Kalkstein-Schichten, welche mit einer großen Menge zu Tage gehender und wahrscheinlich noch mehreren verborgenen Höhlen und Grotten durchlöchert sind. Hauptsächlich verschließt der Berg Javornig auf der Mittagsseite geräumige Klüfte in seinem Schooße. Diese Höhlen enthalten beständig Wasser, welches ihnen durch die vielen Ritzen und Spalten aus dem Gebirge stets zufließt. Unter diesen Oeffnungen und Höhlen gibt es zwölf, die Wasser speien und verschlingen, und deren, die es bloß aufnehmen, sind acht und zwanzig an der Zahl.

Wenn nasses, ungestümes und stürmisches Wetter einfällt, so werfen jene Höhlen, zum Theil mit großem Getöse, den Springbrunnen ähnlich, eine ungeheüre Menge Wasser von sich. Besonders geschäftig zeigen sich hierbei zwei Höhlen in dem genannten Berge, und ohne sie würden alle übrigen Bäche und Quellen, die sich in dieses Thal ergießen, nicht vermögend seyn, dasselbe in einer so beträchtlichen Tiefe anzufüllen. Steinberg versichert, daß die übrigen Zugänge des Wassers bei beständig anhaltendem Regen den See innerhalb zwei Tage kaum bis auf die Hälfte anfüllen könnten, dahingegen diese zwei Höhlen, bei einem nur wenig Stunden anhaltenden und mit Sturm und Gewitter begleiteten Regen, denselben so schnell unter Wasser setzten, daß die auf ihm befindlichen Fischer öfters kaum durch die schleunigste Flucht der Gewalt des eindringenden Wassers entrinnen könnten. Diese zwei Höhlen heißen Vranja

Jama und Sucha Dulza. In ihnen sind auf allen Seiten die Oeffnungen sichtbar, durch welche das Wasser aus dem Innern des Wassers in diese Hauptkanäle eindringt. Mit allem dem fließt der See ungleich geschwinder an als ab; denn wenn auf dem umliegenden Gebirge viel Regen fällt, so wird er wol in einer Zeit von vier und zwanzig Stunden auf seinen gewöhnlichen Wasserstand erhoben; um ausgeleert zu werden, braucht er aber meistens fünf und zwanzig Tage.

Bei dem gewöhnlichen Wasserstande, fügt G. v. Martens hinzu, erhält sich der See, da dann das Wasser die Höhlen Velka Karlauza und Malka Karlauza erreicht, und in diese hinabstürzt, um in dem Thale von St. Kanzian wieder zum Vorschein zu kommen und sich nach abermaligem Verschwinden oberhalb Planina in die Unze zu ergießen. Nur selten vermögen auch diese beiden Höhlen dem Zuflusse nicht mehr das Gleichgewicht zu halten; der See tritt dann weit in's Land hinein, überschwemmt Dörfer und Felder und erhebt sich bis zu 21 Fuß über den gewöhnlichen Stand.

Seit anderthalb Jahrhunderten, heißt es in einer neüern Mittheilung, ist es in fast allen Erdbeschreibungen als eine besondere Merkwürdigkeit angesehen worden, daß im Zirknitzer See jährlich gesäet, geärntet, gejagt und gefischt werden könne. Diese alte Sage wurde, wie es gar oft zu geschehen pflegt, von einem Schriftsteller dem andern nacherzählt, ohne sich zu bekümmern, ob sie wahr sei oder nicht. Schon Steinberg in seiner weitläufigen, vor beinahe hundert Jahren (1761) erschienenen Beschreibung dieses Sees hat die in Rede seiende Sage widerlegt. Der Abfluß des Zirknitzer Sees ist nichts weniger als so regelmäßig, noch so frühzeitig, daß noch im Laufe desselben Jahres hätte gesäet und geärntet werden können. Im Gegentheil vergingen manche Jahre, in denen der See gar nicht oder wenigstens nicht vollkommen ablief, wobei daher nicht nur von keiner Getreide-Aussaat und Ärnte die Rede war, sondern nicht einmal das am Boden des Sees wachsende Schilfheü gemäht werden konnte. Vom Jahre 1707 bis 1714, also in einer Zeit von sieben Jahren, ist er nur ein einziges Mal abgelaufen, und zwar entledigte er sich im Winter des zulezt genannten Jahres. Als Martens ihn besuchte, war er schon mehrere Jahre nicht abgelaufen, und im Jahre 1816 sogar sehr stark ausgetreten. Seit zehn Jahren (1824), als einige Insassen aus eigenem Antriebe die Abflußlöcher etwas gereinigt hatten, pflegte indeß der See regelmäßig alle Jahre in der zweiten Hälfte des August abzulaufen, füllte sich jedoch in den nassen Jahren in wenigen Wochen wieder, und oft schneller, als man Zeit hatte, die Seewiesen zu mähen. Im Jahr 1834

lief der See schon im Januar ab, einer Periode, in welcher die ältesten Leüte sich nicht erinnern können, ihn ablaufen gesehen zu haben. Gegen Ende des eben genannten Monats konnten die im Jahre 1833 ungemäht gebliebenen Seewiesen bereits zur Einstreü gemäht werden. Seit jener Zeit bis gegen Ende Februars 1835 blieb der Zirknitzer See, was seit Jahrhunderten, als sich Notizen über denselben aufgezeichnet finden, nie geschehen ist, vollkommen ausgetrocknet, so daß alles Wasser von der ganzen Oberfläche, und sogar bei Oborch, zwischen Ober-Seedorf und Laasee am See, wo sonst, wenn auch der See abgelaufen war, doch immer etwas Wasser blieb, und sich die Brut der Fische aufzuhalten pflegte, vollkommen verschwunden war.

Dieser trockene Stand des Sees wurde benutzt, mehrere durch die Länge der Zeit mit Steinen, Schotter, Erde und Schilf ganz verstopft gewesene Abflußlöcher zu reinigen und wieder zu öffnen; zugleich wurden aus den zwei Hauptabflußgrotten Velka und Malka Karlauza viele der durch die Gewalt des Wassers hineingezogenen und in den Schlünden steckengebliebenen Sägeklötze und Stücke von Fischerkähnen herausgezogen; es wurden vorstehende Felsstücke gesprengt und der Raum vor den Mündungen etwas erniedrigt, um den Abfluß zu erleichtern. Man versprach sich von diesem Unternehmen, daß dadurch dem Wasser ein regelmäßiger, schnellerer Abfluß verschafft und der Kultur ein nicht unbedeütender Raum werde gewonnen werden.

Einer der ältesten Berichterstatter, Valvasor (1687), hat von blinden Enten gesprochen, welche die unterirdischen Wasserbehälter des Zirknitzer See's auf seine Oberfläche auswerfen sollen, und ein berühmter Physiker hat neüerlich, 1834, diese Erzählung wiederholt, indem er sich auf das Zeügniß von Girolamo Agapito beruft, dessen Reisebeschreibung, in italiänischer Sprache, zu Wien um das Jahr 1823 erschienen ist. Hören wir dagegen den aufmerksamen Beobachter G. von Martens: — Nebst dem Fischfange, sagt er, ist auch die Jagd auf dem See sehr ergiebig, weil er, besonders wenn er hoch ist, bei seinem isolirten Stande mitten in einer ziemlich wasserarmen Gegend, von Wasservögeln außerordentlich stark besucht wird. Die Enten sind darunter die zahlreichsten, und ein Hauptgegenstand der Jagd; sie werden aus Verstecken, und von kleinen, im Rohr errichteten, bedeckten Sitzen aus, geschossen, und gegen das Ende des Juni, wenn sie gerade in der Mause sind, von den Bauern todtgeschlagen, welche mit einer ganzen Flotte leichter Entenkähne (Naziekí genannt) gegen das Rohr zu fahren.

Man bemerkt in vielen Seen oft eine Bewegung des Wassers, welche

unabhangig ist von dem äußern Impuls des Windes, und bisweilen mit einer gewissen Regelmäßigkeit erscheint, so daß man sie Ebbe und Fluth genannt hat, was noch neüerlich vom Platten-See geschehen ist. Allein wenn man erwägt, daß selbst die von Küsten umgebenen, und mit dem Ocean nur durch eine schmale Öffnung in Verbindung stehenden Meerestheile gar keine Ebbe und Fluth zeigen (I. Band, S. 431), so läßt sich der Einfluß der Himmelskörper, welche dieses Phänomen bedingen, um so weniger auf die kleinen, rings umschlossenen Wasserflächen der Landseen erwarten.

Das hier in Rede seiende Phänomen wird von den Anwohnern des Genfer See's Seiches genannt, indem sie damit gewisse Veränderungen im Niveau des Seespiegels bezeichnen, welche plötzlich und regellos eintreten und mit dem jährlichen, regelmäßigen Anwachsen des Wassers, das von der Schneeschmelze herrührt *), nichts gemein haben. Diese

*) Vom Dezember bis zum April ist der Genfer See am niedrigsten. Vom April bis zum August steigt er um 5 bis 6 Fuß. Vom August bis zum Dezember nimmt er wieder ab. Am schnellsten wächst er im Juli. Im Oktober fällt er am auffallendsten. 1817 erhob er sich bis auf 12½ Fuß über seinen Wasserspiegel im vorhergegangenen Winter. Der Bodensee wächst während der Schneeschmelze in den Alpen bisweilen in wenigen Tagen 8 Fuß, bei seltenen Ausnahmen 20 bis 24 Fuß, wie dies 1770 geschah; als er 1817 eine Höhe von 12,2 Fuß erreichte, war dies seit sehr vielen Jahren nicht vorgekommen.

Wird die Höhe des Wasserspiegels, welche der Bodensee im Februar 1827 nach langer Winterkälte hatte, als Nullpunkt angenommen, so erhält man nach dem Mittel fünfjähriger, von Dr. Dihlmann in Friedrichshafen angestellter Beobachtungen folgende jährliche Periode. Der mittlere Wasserstand des See's ist nach würtembergischen Fuß (deren 13913 = 12700 rheinländische Fuß sind) und deren Decimalen im

Januar	0',47	
Februar	0,16	jährliches Minimum
März	1,19	steigend
April	2,59	steigend
Mai	3,95	steigend
Juni	6,58	steigend
Juli	6,65	jährliches Maximum
August	5,49	fallend
September	5,31	fallend
Oktober	3,71	fallend
November	2,28	fallend
Dezember	1,65	fallend
Jahr . . .	3,36	mittlere Höhe.

Den höchsten Stand erreicht der Bodensee gewöhnlich in der ersten Hälfte des Juli, auf den tiefsten Stand sinkt er meistens in der ersten Hälfte des Februar

Erscheinung hat schon frühe die Aufmerksamkeit der Naturforscher rege gemacht; Fatio de Duiliers schrieb darüber in Spon's Geschichte von Genf, Jalabert in den Abhandlungen der Pariser Akademie 1741, dann Perre und Bertrand, und vor Allen war es Saussure, dieser ausgezeichnete Belauscher der Natur, welcher sein Talent auch auf diesen Gegenstand verwendete; in neüerer Zeit hat Vaucher darüber zahlreiche Beobachtungen angestellt, aus denen sich folgende Resultate herleiten lassen:

Die Seiches sind dem Genfer See nicht allein eigen; man bemerkt sie auch im Boden- und im Züricher See, im Lac d'Annecy, im Neüchateller und im Comer See, im Lago maggiore, so wie im Platten-See. Ähnliche Erscheinungen sind auf dem See Tay in Schottland in den Jahren 1784 und 1794 und auf dem Erie-See in Canada wahrgenommen worden, und man hat Grund zu glauben, daß sie fast in allen Seen vorkommen; sie sind nur nicht überall beobachtet worden.

Die Seiches scheinen im Genfer See bedeütender als in den andern, wo man auf sie aufmerksam gewesen ist. Nicht selten ereignet es sich, daß die Wasserfläche des Genfer See's an gewissen Orten innerhalb fünfzehn bis zwanzig Minuten sich um 3, 4 und selbst 5 Fuß erhebt und nach einiger Zeit wieder herabsinkt, indessen die stärksten Seiches in andern Seen weit geringer sind. Im Bodensee betragen sie nur 4 bis 5 Zoll, im Züricher See nur 1½ Zoll, im See von Annecy nur 4 bis 5 Linien, im Neüchateller See und im Lago maggiore ebenfalls nur wenige Linien. Doch hat man auch Beispiele, daß der Bodensee eine höhere Seiche hatte; so am 25. Februar 1549, wo das Wasser während einer Stunde vier bis fünf Mal eine Elle hoch anschwoll; man nennt diese Erscheinung hier Ruhß.

In allen diesen Seen, namentlich dem Genfer, sind die Wasserhebungen an denjenigen Orten am stärksten und merklichsten, wo der See seinen Abfluß hat. Zwei Stunden von Genf steigen sie nicht höher als um 1 bis 2 Zoll, und nahe bei der Stelle, wo der Rhone in den See tritt, sind diese Seiches nicht höher als in den andern genannten Seen. Am merkwürdigsten sind sie an denjenigen Stellen, wo der See sich verengt.

herab. Die obige, von Schübler bekannt gemachte Kurve ist mit der des Rheins bei Köln und Emmerich zu vergleichen.

Der Comer-See steigt bisweilen nach der Schneeschmelze bis auf 15¾ Fuß über seinen Mittelstand; und zwar ist das Anschwellen im Seearm von Como am größten, weil hier kein Abfluß ist. Auch außerhalb der Zeit der Schneeschmelze findet in diesem Arm oft ein bedeütendes Steigen Statt, was durch heftige Nordwinde erzeügt wird.

Sie kommen, ohne Unterschied, in allen Jahreszeiten und zu allen Tagesstunden vor, doch in allen Seen haüfiger bei Tage als bei Nacht, und haüfiger im Frühjahr und Herbst, als im Sommer und Winter.

In der Nähe von Genf hat man besonders bemerkt, daß die stärksten Wasserhebungen zu Ende des Sommers, d. i. zu einer Zeit vorkommen, wenn der Wasserstand des See's am höchsten ist.

Die Seiches sind überaus haüfig, sie betragen aber gewöhnlich nur einige Linien, oder höchstens einige Zoll, und dann können sie nicht anders als an Pegeln beobachtet werden. Dem Mangel an solchen Beobachtungen ist es zuzuschreiben, daß man die Seiches für sehr selten gehalten hat, da man ohne Pegel nur die sehr starken, mehrere Fuß betragenden Erhebungen des Wasserspiegels gewahren wird.

Die Seiches treten ein, ohne irgend eine unruhige Bewegung, ohne Wellenschlag, ohne Strömung in der Wasserfläche. Ihre Dauer ist sehr verschieden, selten übersteigt sie 20 bis 25 Minuten, und oft ist sie viel kürzer. Sie zeigen sich in jeder Temperatur. Indessen erhellet aus sehr umständlichen Beobachtungstabellen, daß sie um so haüfiger und stärker sind, je veränderlicher der Zustand der Atmosphäre ist. Man hat bemerkt, daß bedeütende Thermometer-Veränderungen mit beträchtlichen Seiches-Veränderungen das Wetter anzeigen. Vorzüglich stark bemerkt man sie, wenn die Sonne aus dunkeln Wolken hervortritt und sehr hell zu scheinen anfängt.

Man hat das Phänomen der Seiches auf dem Genfer See bald den Luftströmungen, welche sich aus den Thälern von Abondance und St. Jean auf die große Wassermasse entladen, ihre Elasticität gleichsam durchfurchen und dadurch einen gewaltigen Druck erzeügen, bald plötzlichen Ergießungen unterirdischer, periodischer Quellen zugeschrieben; allein schon Saussure aüßerte, und Vaucher tritt ihm in dieser Ansicht bei, daß die allgemeine Ursache der Seiches in dem gleichzeitig auf verschiedenen Theilen des See's erfolgenden ungleichen Druck der Luft gesucht werden müsse, eine Erklärung, die auch Schulten für die Ostsee gegeben hat (I. Bd., S. 518), und die nur als die einzig wahre angesehen werden kann, da das Phänomen ja nicht auf den Genfer See, also nicht auf eine Lokal-Ursache, beschränkt ist, sondern in sehr vielen Landseen wahrgenommen wird. Ja, ganz neüerlich ist der Einfluß des atmosphärischen Druckes auf das mittlere Niveau sogar des Oceans dargethan worden.

In einer früheren, im Jahre 1831 in der Pariser Akademie vorgelesenen Abhandlung über Ebbe und Fluth an den Küsten Frankreichs war Daussy bei Berechnung der Beobachtungen zu Brest auf die Schlußfolge

geführt worden, daß der Druck der Atmosphäre einen sehr merkbaren Einfluß auf den mittleren Meeresstand ausübe. Dies mittlere Niveau erhält man, indem man das Mittel aus der mittleren Höhe zweier auf einander folgender Fluthen und der dazwischen liegenden Ebbe, oder umgekehrt, nimmt. Das so bestimmte Niveau wird allgemein als konstant angenommen, und wenn sich Differenzen finden, so schreibt man sie der Ungenauigkeit der Beobachtungen und dem Einfluß des Windes zu.

Bei Vergleichung der Beobachtungen von Brest unter sich fand Daussy, daß die in Rede stehenden Differenzen mit den Schwankungen des Quecksilbers im Barometer zusammenfallen. Er glaubte dies Resultat als allgemein betrachten zu können, allein Lubbock, in England, war Anfangs nicht dieser Meinung, weil nach seinen ersten Untersuchungen die Fluth-Beobachtungen durchaus keinen barometrischen Einfluß der Art erkennen ließen. Es war daher wichtig, zu erforschen, ob an andern Punkten der französischen Küsten derselbe Einfluß, wie zu Brest und in der Ostsee, Statt finde.

Die zu Lorient angestellten Beobachtungen boten Daussy eine neüe Reihe von Vergleichungen dar. 150 Bestimmungen des mittlern Meeres-Niveaus, nach der Barometerhöhe eines jeden Tages geordnet und in fünf Gruppen, jede zu 30 Bestimmungen, getheilt, gaben folgende Resultate:

Barometerhöhe.	Mittleres Ocean-Niveau.			
$0^{m},_{7457}$	9′	$0''{,}_{5}$	=	$3^{m},_{597}$
$0,_{7529}$	9	$0,_{1}$		$2,_{926}$
$0,_{7565}$	8	$9,_{4}$		$2,_{854}$
$0,_{7605}$	8	$7,_{3}$		$2,_{796}$
$0,_{7652}$	8	$5,_{9}$		$2,_{757}$

Der Gang ist hier klar, und es ergiebt sich hieraus die Formel:

Mittleres Meeres-Niveau } $= 8'\ 8'',_{4}$ oder $2^{m},_{823} - 15,_{5}$ (beobacht. Barometerhöhe $- 0^{m},_{760}$).

Dieser Ausdruck giebt die Mittel der fünf Gruppen sehr gut.

Dies neüe Beispiel schien daher die frühere Thatsache zu bestätigen; da indeß der Einfluß der Winde leicht mit den Wirkungen des Luftdruckes konnte verwechselt worden sein, so hat Daussy auch alle Bestimmungen des mittlern Ocean-Niveau's nach der verschiedenen Richtung und Stärke der Winde klassifizirt. Die Zahl der Beobachtungen ist zwar für jede Reihe weit geringer geworden, indeß zeigt sich doch in jeder noch derselbe Gang, d. h. wenn Richtung und Stärke der Luftströmung konstant bleiben, so wechselt die Höhe des mittlern Meerstandes nach Ver-

hältniß des atmosphärischen Druckes. Indem Daussy nur die schwachen Winde beachtete, da sie den geringsten Einfluß ausüben, fand er:

Mittleres Meeres-Niveau } = 8′ 8″,4 oder $2^m{,}823$ — 12,3 (Barometerhöhe — $0^m{,}760$).

Die Fluth-Beobachtungen von Brest hatten für die Konstante der Barometer-Schwankungen 14,7 gegeben, die von Lorient gaben 15,5. Es ist klar, daß an letzterem Orte die Beobachtungen nicht zahlreich genug sind, um jene Zahl als genau betrachten zu können. Daß die Schwankung des mittlern Meeres-Niveau's sich zu der Schwankung des Quecksilbers im Barometer verhalten werde, wie die Schwere des Quecksilbers zur Schwere des Meerwassers, ist bereits im 13. Kapitel erwähnt worden (I. Band, S. 518); eben das erwähnt auch Daussy, indem er das Verhältniß = 13,3 : 1 setzt.

Nun hat aber auch Lubbock die Untersuchung wieder aufgenommen; er verglich die Wasserstände und Fluthzeiten, die Dessiou im Jahre 1784 bei Liverpool beobachtet und untersucht hatte, mit den Barometerständen desselben Jahres, deren Angabe von Hutchinson herrührt, und zog das Resultat, daß auf 1/10 Zoll engl. Sinken des Quecksilbers im Barometer 1 Zoll Erhöhung des Wasserstandes kommt. Diese Beobachtungen in Liverpool, verbunden mit denen in Brest und Lorient, gaben im Mittel eine Konstante, welche der Verhältnißzahl der Quecksilber- und Meerwasser-Schwere fast vollkommen gleich ist.

Über die Hebungen und Senkungen des Platten, welche mit den Seiches im Genfer-See ihren Ursachen nach verwandt sind, sagt ein neüerer Berichterstatter, das Wasser sei in immerwährender, anscheinend kochender Bewegung, selbst beim ruhigsten Wetter und bei der tiefsten Windstille; besonders stark seien diese Bewegungen zur Abendzeit, wo der See laut braust, stark schaümt, Wellen schlägt und selbe ans Ufer wirft. Am auffallendsten sollen aber diese Bewegungen zur Zeit des Vollmondes sein, wo gegen die Mitternachtsstunde das Wasser plötzlich unter furchtbarem Wogen und Schäumen steigt, um nach Mitternacht allmälig wieder ruhiger zu werden.

Ob diese Angaben auf eine längere Beobachtungsreihe sich stützen, findet sich nicht nachgewiesen; doch wird gesagt, daß die immerwährende Bewegung des Platten-See's eigentlich durch die Kohlensaüre der aus seiner Tiefe hervorsprudelnden Quellen hervorgebracht werde. Wäre dies der Fall, so müssen die Quellen überaus zahlreich und mächtig sein, um die angeführten Wirkungen in einer Wassermasse hervorzubringen, welche

mindestens 24 d. Geviertmeilen in horizontaler Ausdehnung zählt und eine Tiefe von 6 bis 60 Fuß hat.

Ein ähnliches Aufthürmen in hohe Wellen beim ruhigsten Wetter erzählt Bergmann vom Wetter-See in Schweden; eben dasselbe wird vom See Lomond in Schottland berichtet. Dieses Toben und ungestüme Wellenwerfen der Seen, wenn gleich der Luftkreis still und heiter ist, erklärt man durch unterirdische Gänge und Höhlen, aus denen Dämpfe und Winde hervorbrechen können. Der Beja-See in der portugiesischen Provinz Alentejo soll gegen die Zeit eines Ungewitters ein Getöse verursachen, welches man einige Meilen weit vernimmt; eine analoge Erscheinung führt man vom See in Staffordshire in England und vom Bergsee auf St. Domingo an. Eben so giebt es im Huronen-See, in Nordamerika, eine Bucht, über welcher beständig elektrische Wolken hangen sollen, und man behauptet, daß kein Reisender je über dieselbe gefahren sei, ohne nicht auch Donner zu hören.

Wasserhosen sind auf den Landseen nicht selten. Wild beobachtete auf dem Genfer See eine Wasserhose am 1. November 1793 von Cuilly aus, während es rechts und links schneite; das aufschaümende Wasser schien hundert Fuß zu steigen, und unter der Saüle schien die Seefläche ausgehöhlt. Bisweilen sind auf demselben See Wasserhosen gesehen worden, welche neünzig bis hundert Fuß im Durchmesser hatten, doch verschwanden sie bald.

Im Frühling laüft ein gelber Schaum über den Züricher See hin, den die Schiffleüte die Blüthe heißen, und der gewöhnlich von Blüthen der Wasserpflanzen, bisweilen auch der Weidenbaüme, herrührt. Eine weißliche Erscheinung ähnlicher Art, die auch in andern Jahreszeiten sich zeigt, besteht aus morastigen Theilen, die durch Stürme aufgewühlt werden. Letztere können den Bodensee achtzehn Fuß tief bewegen; auch entstehen auf diesem bisweilen plötzlich Windsbraute, welche den Schiffenden eben so wie Ungewitter gefährlich sind.

Man hat viel von schwimmenden Inseln gesprochen, die in gewissen Seen bemerkt worden sind, eben so von einem doppelten Boden; allein diese, allerdings auf Wahrnehmung gegründeten, Erscheinungen gehören (wie so manches Andere der in diesen See-Kapiteln abgehandelten Dinge) minder in das Gebiet der Hydrologie, als in das der Geologie, wo sie der Bildung der Torfmoore zugezählt werden müssen. Mit diesen in engster Verwandtschaft stehen auch die Sümpfe und Moräste, jene Ansammlungen von Wasser, welche durch Vermischung mit erdigen und vegetabilischen Materien einen Theil ihrer flüssigen Beschaffenheit verloren haben,

so daß sie weder mit Schiffen und Kähnen befahren, noch von Menschen ohne Einsinken des Fußes betreten werden können. Sie entstehen, nach Gehler's und Otto's Ausdruck, da, wo Quellen in niedrigen Gründen entspringen, aus denen das überflüssige Wasser nicht hinlänglich ablaufen kann; da, wo Abhänge die Gegenden einschließen, vor welchen das abfließende atmosphärische Wasser sich sammelt und zum Theil in die Erde einzieht. Sie werden auch in großen und niedrig liegenden Waldungen oft dadurch gebildet, daß die sich hier zusammen gezogenen Wasser aus Mangel der Verdunstung bleibend werden, indem die Luftwärme nicht leicht in einen dichten Wald eindringt, auch Schnee und Eis sich daselbst länger halten, als in freien, offenen Landschaften; nicht minder finden sie sich, durch gleiche Ursachen veranlaßt, auf dem Scheitel hoher Gebirgsebenen.

Sie sind die Heimath der neüern Torfmoore, die jetzt noch entstehen, und in der neüern Geognosie, welche plutonische und neptunische Gebirgsbildungen scharf von einander absondert, der Gruppe der gegenwärtigen Bildungen (modern Group von de la Beche), dem postdiluvianischen Gebilde von Leonhard, dem jüngsten Schwemmlande zugezählt werden.

Viertes Buch.

Umrisse der Geologie.

Die festen unter den Körpern, welche, so weit wir wissen, unsern Planeten zusammensetzen, heißen Mineralien.

Weil sie keine Theile zeigen, die in Beziehung der Form, der gegenseitigen Lage, und vor allem hinsichtlich der Funktionen ein Unterscheidungsmittel darbieten; weil im Gegentheil jeder ihrer Theile dem andern ähnlich ist, und keiner eine Lebensthätigkeit besitzt; weil endlich ihre Vereinigung, diese möge auf eine Art Statt gefunden haben, welche es immer sei, stets eine homogene Masse bildet, die in dem geringsten Partikelchen ganz vorhanden ist, so machen die Mineralien diejenige Klasse von Naturkörpern aus, welche wir leblose oder unorganische nennen.

Besteht ein Mineral aus einem einzigen Individuum, oder ist es ein Theil eines Individuums, so heißt es, abgesehen von dem chemischen Begriff, ein einfaches, während die Verbindung mehrerer Individuen ein zusammengesetztes Mineral bildet.

Die einfachen und zusammengesetzten Mineralien sind die Gegenstände der Mineralogie, oder der Naturgeschichte des Mineralreichs, die sich mit Erkennung der Eigenschaften, mit der Beschreibung und Klassifikation jener unorganischen Körperwelt beschäftigt.

Treten aber mehrere Mineral-Individuen von verschiedener Beschaffenheit zusammen, so entstehen aus dieser Verbindung die gemengten Mineralien, die Gesteine oder Felsarten, deren Untersuchung einer besondern naturwissenschaftlichen Disciplin, der Geognosie obliegt. Diese hat, kurz gesagt, den Zweck, den Bau der festen Erdrinde durch Beobachtung zu erforschen, während sie es der Geologie bisher überlassen, hat zu unter-

suchen, auf welche Art das Vorhandene entstanden ist. Da es jedoch kaum möglich ist, die Geognosie von spekulativen oder geologischen Betrachtungen getrennt darzustellen, diese vielmehr auf jene sich stützen, und das Resultat geognostischer Wahrnehmungen nur mit Hülfe der Spekulation unter allgemeine Gesichtspunkte gestellt werden kann, so hat die neüeste Behandlung des Gegenstandes keinen sehr wesentlichen Unterschied zwischen beiden Disciplinen mehr gemacht, sondern beide so ziemlich als eine einzige unter dem Namen der Geologie aufgestellt.

Die Geologie lehret dann auch die Veränderungen kennen, welche die feste Erdrinde durch Wasser- und Feüerkraft erlitten hat und noch erleidet. Es gehöret ferner in ihr Gebiet die Betrachtung von der äüßern Beschaffenheit des Erdbodens: die Geologie handelt eben sowol von den Gestaltverhältnissen der Erdoberfläche, von den Umrissen des festen Landes, von der Lage der Gebirge, ihrem Streichen, ihren Abhängen, von den Vertiefungen auf dem festen Lande, den Thälern und Ebenen, als von dem Innern der Erdrinde, von dem Gefüge der verschiedenen Felsarten, von dem jene äüßeren Erscheinungen wesentlich bedingt werden.

In Erwägung jedoch, daß der zuletzt genannte Gesichtspunkt von einigen der neüesten Schriften aufs Gründlichste und Trefflichste abgehandelt, und die Geognosie von ausgezeichneten Gebirgsforschern mit einer Ausführlichkeit vorgetragen worden, welche in den vorliegenden Grundzügen der physikalischen Erdbeschreibung zu erreichen unmöglich ist, werden wir uns bei Betrachtung des Innern der Erdkruste, indem hauptsächlich Jameson's kompendiarischer Abriß zum Grunde gelegt wird, verhältnißmäßig kurz fassen können und müssen. Dagegen wollen wir bei den äüßeren Gestaltverhältnissen etwas länger verweilen. Diese Betrachtung, welche man füglicherweise auch Hypsologie oder Höhenlehre nennen könnte, da die Oberfläche der starren Erdrinde aus einer Reihe von Erhöhungen und Vertiefungen besteht, — wird uns in den nächstfolgenden Abschnitten beschäftigen, indem wir gleichzeitig hin und wieder einige Streifereien auf das Gebiet der Physiognomie der Landschaften zu unternehmen gedenken.

Erste Abtheilung.

Von der Oberflächen-Gestalt des festen Landes.

Fünf und dreißigstes Kapitel.

Über Vertheilung und Umrisse der Festländer. Die größte Masse Landes ist auf der nördlichen Halbkugel zusammengedrängt, die größte Masse Wassers findet sich auf der südlichen Hemisphäre. Steffens' Ansicht von der Vertheilung des Festlandes in drei Erdtheile. Arithmetische Analyse der Kontinente; ihre Gliederungen. Physikalischer Karakter der Inseln. Die langgestreckten Inseln; die runden, und zwar die hohen und die niedrigen Inseln: Erhebungs- und Korallen-Inseln.

Wenn Alles, was auf der Erdoberfläche nicht vom oceanischen Wasser bedeckt ist, Land heißt, so zeigt schon der flüchtigste Blick auf eine Abbildung der Erde, daß diese in die Luft hinausragenden starren Theile unseres Planeten einen weit kleinern Raum einnehmen als die von der tropfbar-flüssigen Hülle überflutheten Regionen; und eine nähere Untersuchung überzeugt uns bald, daß kaum der dritte Theil der gesammten Erdfläche dem Lande angehört. Bei weitem das meiste von diesem finden wir auf der nördlichen Halbkugel, und wieder reichlich zwei Drittel des Ganzen machen dieselbe zu einer Landhalbkugel, während die südliche Hemisphäre vom Wasser beherrscht wird *). Über dieses Verhältniß sind wir hinlänglich genau unterrichtet, um es als eine vollkommen ermittelte Thatsache aufführen zu können.

Die ältere Zeit kannte nur ein einziges überall vom Meer umgebenes Festland, und dieses nicht einmal bis an seine äußersten Gränzen; es war die große, zusammenhangende Ländermasse, welche wir jetzt unter dem Namen der Alten Welt begreifen, deren nördlichste Spitzen sich fast bis auf 12° dem arktischen Pole nähern, während in der südlichen Halbkugel nur ein sehr kleiner Theil über den 30sten Parallelkreis hinausreicht; es nimmt in seiner größten Längenausdehnung nur den Raum von 208 Parallelgraden ein, der aber nach den Vorstellungen des fünfzehnten Jahrhunderts weit größer war; denn man wähnte die östlichen Küsten von Cathay und Zipangu nicht so fern gegen Westen, als sie es

*) Vergl. Band I. S. 404, 405, und meine ersten Elemente der Erdbeschreibung. Berlin, 1830, S. 49, 53.

wirklich sind *), ein' Irrthum, der für die christliche Welt von unendlichen Folgen gewesen ist; denn er war es, vermöge dessen es im Jahre 1492 dem kühnen Genueser Christoph Columbus gelang, ein neües Kontinent in der westlichen Halbkugel zu entdecken.

Diese großen Entdeckungen, sagt A. von Humboldt, waren kein Werk des Zufalls. Es würde ungerecht sein, den ersten Keim dazu in jenen instinktmäßigen Dispositionen der Seele suchen zu wollen, denen die Nachwelt so oft das zuzuschreiben geneigt ist, was eine Frucht des Genies und langen Nachdenkens war. Columbus, Cabrillo, Gali und so viele andere Seefahrer bis auf Sebastian Viscayno, welche sich in den Annalen der spanischen Marine ausgezeichnet haben, waren für das Zeitalter, in welchem sie lebten, Männer von bewunderungswürdiger Bildung. Die Ursache, weshalb sie so denkwürdige Entdeckungen gemacht haben, ist die, weil sie richtige Begriffe von der Gestalt der Erde und von der Länge der Entfernungen hatten, welche zu durchlaufen waren; weil sie verstanden, die Arbeiten ihrer Vorgänger zu benützen und anzuwenden; die in den verschiedenen Zonen herrschenden Winde zu beobachten; die Variationen der Magnetnadel zu messen, um nach ihnen die Richtung des Weges zu bestimmen und zu verbessern; praktisch stets die am wenigsten unvollkommenen Methoden anzuwenden, welche die Mathematiker der damaligen Zeit angegeben hatten, um ein Schiff durch die Einöde des Meeres zu steüern.

Aber auch die Neüe Welt hat ihre Hauptländermasse auf der nördlichen Hemisphäre zusammengedrängt, und nur ein verhältnißmäßig schmaler Theil derselben überschreitet den Äquator bis zum Parallel von Lat. 56° S. Erst hundert Jahre später ward durch Abel Tasmann die dritte große Ländermasse, Neüholland (welches schon Forster ein drittes Kontinent nannte), entdeckt, die zwar auf der südlichen Halbkugel liegt, aber kaum über den Parallel von Lat. 40° hinausreicht, und noch später und sehr allmälig stieg dem spähenden Blick des Eüropäers die große Eilandsflur der Südsee aus den Meereswogen empor; mit Neüholland, oder dem Australlande, wie wir es gegenwärtig zu nennen pflegen, ist die lange Reihe geographischer Entdeckungen größerer Massen des festen Landes geschlossen.

---

*) Man gab Asien eine so große Ausdehnung gegen Osten, daß Columbus glaubte, in 750 Leguas Entfernung von den Canarischen Inseln die Insel Zipangu (d. i. Japan) zu treffen. Die wahre Entfernung von Osten nach Westen in gerader Linie beträgt mindestens 3000 Leguas.

Nichts desto weniger hat man lange geglaubt, daß ihrer auch um den Südpol liegen müßten. Es ist unmöglich, so urtheilte man, daß in dem großen Raume südlich von Asien und dem Kontinent von Australien nicht ein sehr großes festes Land sein sollte, welches das Gleichgewicht bei der Umdrehung der Erdkugel halten und der Masse des nördlichen Asiens zum Gegengewicht dienen könnte. Wer die beiden Halbkugeln betrachtet, wenn man sich die Erde durch den Äquator getheilt vorstellt, erblickt mit Verwunderung so vieles Land in der einen, und so vieles Wasser in der andern, zumal wenn er erwägt, daß sich die Schwere der Erde zur Schwere des Meerwassers verhält fast wie 2:1. Auf Grund dieser Betrachtung glaubte man entschieden daran, es werde sich in der südlichen Halbkugel ein Äquivalent für die große Ländermasse in der nördlichen finden, und man nahm daher in allen Erdbeschreibungen und Weltkarten der letzten Jahrhunderte ein großes Südland auf, welches die erregte Phantasie einiger Gelehrten zum Schauplatz alles Wunderbaren machte; ohne es je gesehen zu haben, bestimmte man mit fast skrupulöser Genauigkeit seine Gränzen und trieb den Eifer so weit, die wahrscheinliche Volksmenge desselben zu berechnen.

Zwar ist diese allgemein verbreitet gewesene Ansicht vornehmlich in der zweiten Hälfte des achtzehnten Jahrhunderts durch Cook's berühmte Reisen so wankend geworden, daß man sich veranlaßt sah, das große Südland von unsern Karten zu streichen *); nichts desto weniger hat sie ganz neüerlich wieder Anklang und einen Stützpunkt gefunden. Als in den Jahren 1812 bis 1819 das, von Dirk Gerritz am 7. September 1599 entdeckte, südlich vom Kap Hoorn gelegene Land wieder gefunden wurde, glaubte man in demselben das Stück einer größern südlichen Ländermasse erkennen zu müssen, von der sich auch Spuren in den von Bellingshausen 1821 entdeckten Landspitzen Alexanders des Ersten und Peters des Ersten (Lat. 68°—69° S.) zeigten, bis im Februar 1832 der Brite Biscoe, zwischen den eben genannten Landspitzen und dem nördlicher gelegenen Gerritzland oder Neü-Süd-Shetland eine lange Inselreihe, und dahinter eine mit ihr parallel laufende, zusammenhangende Küstenlinie entdeckte, die Grahams Land genannt worden ist.

*) Cook selbst hielt zwar das Dasein eines Festlandes in der Nähe des Südpols für möglich, indem er der Meinung war, daß sich Eis nur in der Nähe des Landes bilden könne, und daß daher die ungeheüre Menge von Eis, welches man in den Südpolar-Regionen findet, nur seinen Ursprung an einem großen, in der Nähe des Südpols befindlichen Kontinente haben könne; aber er war auch zugleich der festen Meinung, daß dieses Südpolarland nie werde entdeckt werden.

Nicht unwahrscheinlich ist es, bemerkt Krusenstern, daß die Entdeckungen des Kapt. Biscoe mit dem Alexanders-Lande von Bellingshausen zusammenhaugen, indem ein Raum von nur hundert Meilen dieses Land von dem südlichsten Ende des Grahams-Landes trennt, und da Kapt. Bellingshausen auf seiner Fahrt vom Lande Peters des Ersten (Lat. 68° 57′ S., Long. 93° 6′ W.) nach dem Alexanders Lande (Lat. 68° 43′ S., Long. 75° 29′ 50″ W.) mehrere Anzeichen von Land bemerkt hat, sogar an einer Stelle in Long. 80° W. eine Veränderung in der Farbe des Wassers, so ist ferner nicht unwahrscheinlich, daß auch das Land Peters des Ersten mit dem Grahams-Lande, welches seinerseits an die Neü-Süd-Shetland-Inseln stößt, zusammenhangt. Wenn dies auch nicht ununterbrochen der Fall sein sollte, so könnte es doch in Gestalt nahe bei einander liegender Inseln sein, und dann die ganze Ausdehnung vom Lande Peters des Ersten bis zur nordöstlichen Spitze der Shetland-Inseln, die Pawells-Inseln nicht mit eingeschlossen, gegen neünhundert Meilen betragen, und die Benennung eines Kontinents dann allerdings verdienen. Dieses Festland, an dessen Existenz man früher aus theoretischen Gründen glaubte, bis Cook's vergebliches Suchen dessen Nicht-Existenz zu beweisen schien, ist doch nun am Ende gefunden worden.

Ein Jahr früher, als er Grahams-Land fand, hatte Kapt. Biscoe unterm südlichen Polarkreis und im Meridian von Madagaskar eine Küste von beträchtlicher Ausdehnung entdeckt, der er den Namen Enderbys-Land beilegte. Wol könnte man auf die Vermuthung kommen, daß es mit dem Lande im Süden von Amerika zusammenhinge; allein dieses scheint, mindestens in der Richtung von Osten nach Westen unter dem Polarkreise, nicht der Fall zu sein; denn Weddell war am 20. Februar 1823 im Meridian von Long. 30° W., ohne Eis und Land zu sehen, in einem freien Meere bis zum Parallel von Lat. 74° 1/4 S. vorgedrungen.

Die Umrisse der Massen des festen Landes gegen das allgemeine Gewässer erscheinen auf den ersten Blick als ein Gewebe von unregelmäßigen Verschlingungen, Einbuchten und Vorsprüngen beider Elemente gegen einander, wie zufällige Umstände sie zu erzeügen im Stande sein mogten; allein genauer, und aus einem übersichtlichen Standpunkte betrachtet, erkennt man bei ihnen eine gewisse Übereinstimmung in der Form, die nicht zufällig sein kann, wenn gleich die Ursache einer Gesetzmäßigkeit in diesem Verhältnisse bei einem fortgesetzten Studium des innern Baus der Erde zeither nur leise geahnet werden konnte.

Schon Bacon von Verulam, Lordkanzler von England unter der Regierung Jakob I., einer der größten Männer seiner Zeit, bemerkte und

legte großes Gewicht auf den Umstand, daß die südlichen Enden der großen Kontinente Afrika und Amerika gegen das südliche Polarmeer in eine Spitze auslaufen, gegen Norden dagegen mit gewaltiger Breite endigen; und so eine Eigenschaft besitzen, welche er unter die similitudines physicae in configuratione mundi rechnete.

Unter denen, welche später diesen Gedanken wieder aufgenommen und weiter ausgeführt haben, verdient Johann Reinhold Forster genannt zu werden. Er machte zuerst darauf merksam, daß die schmalen Südspitzen aller Kontinente felsig und hoch, die äußersten Enden nordwärts fortlaufender, plötzlich abbrechender hoher Gebirgsketten seien; so endigt Amerika, ohne auf das vorliegende Feüerland Rücksicht zu nehmen, mit dem Kap Forward (Lat. 53° 55′ S.), gleichsam dem letzten Zweige der gewaltigen Andeskette, der von einer 400′ betragenden Höhe steil gegen die Magalhaens-Straße hinabstürzt; so endigt Afrika mit dem 700′ hohen Tafelberge am Kap der guten Hoffnung. Asien endet in der Halbinsel diesseits des Ganges mit der Felsenspitze des Kap Comorin, welche das äußerste Glied der Gebirgsketten des Dekan ist; und als südliche Spitze von Neüholland betrachtete Forster den felsigen Vorsprung des Van Diemenslandes, das zu seiner Zeit noch nicht als Insel bekannt war. Er bemerkte ferner, daß alle diese Hauptländermassen an der östlichen Seite ihrer Südspitze eine oder mehrere Inseln besitzen. Für Amerika sind dies die Falklandsinseln und Staaten-Eiland; für Afrika die Insel Madagaskar und die neben ihr befindlichen kleinern Inseln; für die Südspitze Asiens Ceylon; und für Neuholland endlich die beiden Inseln, welche Neüseeland zusammensetzen. Eine dritte Eigenthümlichkeit dieser Kontinente endlich fand Forster darin, daß sie alle an ihrer Westseite durch einen großen Meerbusen ausgehöhlt werden. Dieser große Busen ist auf der Westküste von Süd-Amerika, nördlich vom Wendekreise des Steinbocks, sehr merkbar; Arica liegt in der tiefsten Ausrundung desselben. Noch viel ansehnlicher ist er bei Afrika im Meerbusen von Guinea; unbedeütend dagegen in Ostindien, jenseits Bombay der Golf von Cambay, im Südosten der Indus-Mündung; und der Busen, welchen Forster bei Neüholland für sehr ausgezeichnet hielt, weil Van Diemensland nach der damaligen Vorstellung noch mit dem Kontinente zusammenhing, zeigt ebenfalls nur eine schwache Einbiegung, in der Ausrundung der südlichen Küste, welche Flinders die große australische Bucht genannt hat.

Forster war geneigt, die Veranlassung zu dieser überraschenden Gleichförmigkeit in einer gemeinsamen Ursache zu suchen; aber, sagt er, diese Ursachen getraue ich mir nicht mit Gewißheit anzugeben; nur muthmaßen

mögte ich, daß jene Ähnlichkeiten in der Gestalt der Länder einer gewaltigen Überschwemmung von Südwesten her ihr Dasein zu verdanken haben, wenn gleich der Zeitpunkt dieser mächtigen Veränderung, und die nähere Bestimmung ihrer Art zu wirken, unerforschlich bleiben müssen. Analysirt man Forsters Ansicht, so hat jene Meeresfluth die südwärts auslaufenden Gebirgsarme zerschellt und bei ihrem Andrange noch drei Inseln von ihnen abgerissen; während auf der Seite ihres Anstoßes sie den großen westlichen Meerbusen einwühlen mußte.

Diese von Forster vorgetragene Ansicht ward von mehreren seiner Zeitgenossen getheilt, insbesondere von Pallas, der sie in seiner geistreichen Abhandlung von der Bildung der Gebirge mit einigen interessanten Bemerkungen begleitete. Auch dieser ausgezeichnete Kenner der Natur war geneigt, zur Erklärung vorgeschichtlicher Ereignisse eine allgemeine Flüth aus Süden anzunehmen, indem er zu deren Bestätigung, außer den erwähnten Gründen, insbesondere auf die großen Meerbusen (das arabisch-persische Meer und den Bengal-Golf) hindeütete, welche Asien an seinem südlichen Rande zerreißen, demnächst aber auch auf den Umstand aufmerksam machte, daß das Vorland, welches in Asien längs der Südseite des großen, den Kern dieses Welttheils bildenden Hochlandes liegt, so wie das westliche Vorland der großen amerikanischen Andeskette sehr schmal und geringfügig seien, im Verhältniß zu dem Vorlande auf den entgegengesetzten Abhängen; ein allerdings sehr merkwürdiges Phänomen. Wir finden später in den Schriften Alexanders von Humboldt Stellen, welche beweisen, daß auch ihm, dessen Genie freilich die ganze Natur in ihren geheimsten Schlupfwinkeln, nach ihrem Wirken in der dunkelsten Vergangenheit wie in der Gegenwart, umfaßt, die hier in Rede seienden wichtigen Verhältnisse, welche eine Gesetzmäßigkeit in der Bildung des Festlandes andeüten, nicht entgangen sind. Insonderheit lenkte er die Aufmerksamkeit auf eine zuvor nicht beachtete Eigenthümlichkeit in der Bildung der Küsten des Atlantischen Oceans, indem er zeigte, daß dieses Meerbecken die Gestalt eines großen Thalgrundes habe, welcher durch einen südwestlichen Strom ausgerissen worden sei. Die aus- und einspringenden Winkel seiner Thalwände (das Kap St. Roque und der Meerbusen von Guinea, das Grüne Vorgebirge und der Meerbusen von Mexico) und die Richtung der Küsten zwischen diesen Punkten entsprechen einander im Großen so vollkommen, wie es nur bei den Thälern im Innern des festen Landes der Fall zu sein pflegt. Aber alle diese überraschenden Erscheinungen konnten bis jetzt nur als ein interessantes Bild benützt werden, um die Gestalt der Länder und Meere aus einem über-

sichtlichen Standpunkte zu betrachten; denn es war nicht wol abzusehen, woher bei einer so ungeheüer zerstörenden Meeresfluth das Wasser dauernd einen so außerordentlichen Fall erlangt habe, als diese Wirkungen voraussetzen lassen, und eben so wenig ließ sich einsehen, wo die große Masse zertrümmerten Festlandes geblieben sei, welches einst diese Lücken ausfüllte. Auch haben die genannten Forscher kaum gewagt, etwas über die Ursachen und den nähern Verlauf dieser wichtigen Ereignisse anzudeüten. Ebel, ein großer Anhänger der Meinung von vorweltlichen oceanischen Katastrophen, sagt irgendwo in seinem schönen Buch über den Bau der Erde: — Fluthenstürme, welche sich auf einmal über ganze, längst geborene Erdtheile mit niederstürzender Gewalt zu wälzen begannen, konnten freilich nur durch Versetzung der Meere aus ihren alten Ufern Statt haben. Höchst wunderbar, unbegreiflich und dem Verstande widerstrebend scheinen Ereignisse dieser Art, welche mit einer so gräßlichen Vernichtung verbunden sind, und deren Möglichkeit bei dem seit einigen Jahrtausenden bestehenden festen Naturgange, eben so wenig als deren Zweck einzusehen ist.

Der neüesten Zeit ist es vorbehalten gewesen, gelaüterte Ansichten über alle diese Fragen zu verbreiten; es ist, man mögte sagen mit überzeügender Evidenz dargethan worden, daß die Ursachen jener Wirkungen nicht von oben herab, sondern von unten herauf thätig gewesen sind; ja, Hr. von Hoff hat es durch die umfassendsten Zusammenstellungen und die scharfsinnigsten Schlußfolgerungen sehr wahrscheinlich gemacht, daß dieselben Kräfte, welche unter unsern Augen die Erdoberfläche zu verändern streben, vom Uranfang an die Bildung derselben bewirkt haben, ohne je aus ihrem Gleise herausgetreten zu sein.

Den obigen und verwandten Ansichten über die Gesetzmäßigkeit in den Begränzungen des Festlandes hat unstreitig Steffens den größten Grad der Ausbildung gegeben. Seine Darstellung gewährt einen trefflichen Überblick, obgleich auch sie ganz ohne Rücksicht auf irgend eine Erklärungsweise nur vom geographischen Standpunkte entwickelt werden kann. Zunächst bemerkt Steffens, daß alles Festland gegen den Norden der Erde zusammengedrängt erscheint und gegen Süden sich in Spitzen verdünnend auslaüft. Es thun dies nicht nur die Hauptkörper aller großen Kontinente, sondern auch alle Erdzungen und Halbinseln von einiger Bedeütung, welche an ihnen vorkommen. Diese Gestalt haben Skandinavien, die hesperische Halbinsel, Italien und Griechenland; wir finden sie wieder in Grönland, in Indien diesseits und jenseits des Ganges, in Korea, Kamtschatka, Californien u. s. w. Wir unterscheiden an den großen Erdtheilen eine merkwürdige Übereinstimmung in ihrer Zusam-

mensetzung und Bildung, deren Grundzüge folgende sind: — Es giebt drei große Erdtheile, und jeder derselben besteht aus zwei Länderabtheilungen (einer nördlichen und einer südlichen), welche an einer Ecke durch einen Isthmus mit einander verbunden werden; wo ferner beide Abtheilungen sich in diesen Isthmus ausstrecken, liegt auf der einen Seite ein Archipelagus, auf der andern entgegengesetzten Seite eine Halbinsel.

Den reinsten, vollendetsten Typus dieser Art stellt Amerika dar. Beide Hälften, Nord- und Süd-Amerika, sind fast von gleicher Größe, sie halten sich das Gleichgewicht; die eine erstreckt sich als feste Masse auf der nördlichen Halbkugel bis zum 70sten Parallel, die andere mit der Spitze des Feüerlandes bis Lat. 56° S. Der Isthmus zwischen beiden ist lang und schmal; er umfaßt etwa 10 Meridiangrade (von Lat. 8° bis 18° N.). Der östliche Archipelagus (die Antillen, Bermudas, Cuba, Domingo, Portorio, Jamaica u. s. w.) ist groß und ausgedehnt, die westliche Halbinsel (Californien) nicht bedeütend. Ganz anders ist das Verhältniß der beiden andern Erdtheile. Hier ist die Symmetrie nicht so in die Augen springend; ihre nördlichen Hälften, Asien und Eüropa, sind zusammengewachsen. Der eine wirft sich mit seiner nördlichen Hälfte, mit Isthmus, Halbinsel und Archipelagus, gegen Westen, der andere mit allen diesen gegen Osten, und wir unterscheiden in dieser Verwachsung, deren größter Theil der Alten Welt gehört, einen östlichen und einen westlichen Erdtheil. Der westliche besteht aus zwei Abtheilungen, einer nördlichen und einer südlichen. Die nördliche umfaßt Eüropa mit demjenigen Theile von Asien, welcher durch den Kaukasus und dessen Verbindungen mit den armenischen und syrischen Gebirgen abgeschnitten wird, und die südliche Abtheilung enthält Afrika. Diese südliche Abtheilung hat an Umfang und Ländermasse über die nördliche bei weitem das Übergewicht. Der Isthmus zwischen beiden, die Landenge von Suez, ist kurz und gedrungen, der kürzeste von allen; er liegt am nördlichsten unter den drei Isthmen, in Lat. 30° N. Der Archipelagus, welcher ihm vorliegt (Cypern und die griechischen Inseln), ist unbedeütend, sehr mächtig dagegen die Halbinsel hinter dem Isthmus, Arabien, ein Land, das seiner Natur, seinen natürlichen Erzeügnissen und Gestalt der Oberfläche nach zu Afrika gehört. Dieser Welttheil erstreckt sich am wenigsten weit von Norden nach Süden; seine nördlichste Spitze ist das Nord-Kap (Lat. 71° 10′ N.), die südlichste das Vorgebirge der Nadeln (Kap Agulhas, Lat. 34° 50′ S.).

Der dritte Welttheil ist viel glücklicher als der vorige zusammengesetzt, und bietet ein sehr passendes Gegenstück zum amerikanischen Erd

theil dar. Seine nördliche Hälfte besteht aus der Hauptmasse von Asien, die südliche aus dem Festlande von Australien. Den ersten Gedanken zu dieser schönen Zusammenstellung hat Lamark (1802) gehegt, und Steffens hat ihn weiter ausgeführt; auch bei Ebel findet er sich ausgesprochen. Der Isthmus zwischen beiden Abtheilungen ist zwar zerrissen; aber die Halbinsel Malacca, die Inseln Sumatra, Djava, Sandelbosch, Tincor und Neü-Guinea bezeichnen sehr scharf seine Richtung; er ist der längste von allen, denn er mißt wol 20 Meridiangrade (Lat. 10° N. bis 10° S.); er ist zugleich der südlichste; der davor liegende Archipelagus ist sehr bedeütend (Borneo, Celebes, die Philippinen und Ladronen), eben so die hinterliegende Halbinsel (Indien diesseits des Ganges). Dieser Welttheil reicht im Süden und gegen Norden weiter als der vorige (Van Diemensland Lat. 42° S., die Nordspitze Asiens Lat. 78° N.), und bei ihm findet gerade das umgekehrte Verhältniß in den beiden Hälften Statt: die Ländermasse der nördlichen Abtheilung überwiegt bei weitem die der südlichen, auch wenn man, mit Steffens, von der letztern annimmt, daß sie theilweise zerstört sei.

Wir haben also in dieser Ansicht eine merkwürdige Übereinstimmung der Form des festen Landes erkannt, und die drei möglichen Combinationen des Grund-Typus in den drei Erdtheilen wieder aufgefunden; wir sehen, daß es nicht unangemessen sein würde, die bisherige Eintheilung der fünf Welttheile zu verlassen, und drei gesonderte Massen an deren Stelle zu setzen. Als einen vierten Erdtheil können wir noch die Welt der Inseln hinzufügen, da sich dieselben, wie wir weiter unten sehen werden, als ein geschlossenes, selbstständiges System von isolirten Ländern betrachten lassen, welche mit Recht keinem der genannten großen Erdtheile untergeordnet werden können. Jene großen Ländermassen aber sind für sich selbst gleichfalls nur Inseln, und es besteht daher, der That nach, kein Unterschied zwischen Inseln und Kontinenten, als der der Größe ihrer Oberfläche. Vom Australlande, obwol erst seit zweihundert Jahren unsern Blicken dargelegt, ist es früher als von der Alten Welt erwiesen worden, daß es ringsum vom Meere umflossen ist; von der Alten Welt zuerst in unsern Tagen durch die unermüdlichen Arbeiten von Wrangel und Matinschkin, welche in den Jahren 1821 bis 1823 die unwirthlichen Nordostgestade von Asien erforschten und mit überzeügender Gewißheit dargethan haben, daß die gesammte Alte Welt eine große zusammenhangende Insel bildet, und daß sie in jenen Nordpolargegenden nicht mit Amerika in Verbindung steht, wie man lange geglaubt hat, weil die Fahrt des Kosaken Deschweff von Westen her durch die Behrings-Straße

nicht authentisch nachgewiesen war. So ist dann auch Amerika eine Insel, wenn gleich man noch nicht mit Sicherheit weiß, wie weit sein Festland sich gegen den Pol erstreckt. Die Auflösung dieses geographischen Problems bildet den Gegenstand der seit Entdeckung der Neüen Welt gesuchten nordwestlichen Durchfahrt, d. h. einer schiffbaren Verbindung zwischen dem Atlantischen Ocean und dem Großen Weltmeer im Norden von Amerika. Was Jahrhunderte nicht vermogten, das haben die jüngst verflossenen zwei Decennien geleistet: Engländer und Russen haben seit dem europäischen Frieden (1815) gewetteifert auf dieser so gefahrvollen Bahn nützlicher, nur der Ausbreitung der Wissenschaften gewidmeter Unternehmungen, und die Namen der Ross, Parry, Franklin, Beechey, Richardson, Back, Kotzebue, Wassiljeff sind für ewige Zeiten in den Annalen der geographischen Entdeckungen eingetragen. In dem Augenblicke, wo wir diese Zeilen zum Druck vorbereiten, ist vielleicht schon ein Schritt mehr gethan zur Erforschung der, durch jene Männer nicht betretenen, Gestade des arktischen Amerika, und fern kann nicht mehr der Zeitpunkt sein, der uns die Kunde bringt, ein kühner Seeheld sei durch die Barrow-Straße ins Behrings-Meer gelangt.

In neüerer Zeit, wo man auf die gegenseitige Stellung und die wagerechte Ausbreitung der Festländer aufmerksamer geworden ist, weil man in diesen Verhältnissen viele modificirende Thätigkeiten erkennt und, nicht mit Unrecht, den Schlüssel zu manchem Räthsel in der Kultur-Geschichte der Völker gefunden zu haben glaubt, hat man die Erdtheile gleichsam einer geometrisch-arithmetischen Zergliederung unterworfen, um ihr Verhältniß zu den begränzenden Meeren schärfer auffassen zu können; denn diese sind zwar trennende, zugleich aber auch Bindemittel entgegengesetzter Gestadeländer (Bd. I. S. 612) für Völker höherer Intelligenz, die, durch das Studium der Natur, in die Geheimnisse der Schifffahrtskunst eingedrungen sind.

Jede der über die oceanischen Fluthen hervorragenden Massen der starren Erdrinde kann als ein für sich bestehendes Ganzes, oder — um uns eines modernen Kunstausdruckes zu bedienen — als ein Erdindividuum betrachtet werden, dessen Eigenthümlichkeiten der Begränzung und Ausdehnung man sowol im wagerechten als senkrechten Sinne wahrnimmt. Fassen wir die erste Richtung ins Auge, so spricht sich die Individualität der Festländer in ihrer Abrundung und Abgeschlossenheit, im Gegensatze zu der Spaltung und Einbeügung seiner oceanischen Gränzen, aus. Man sagt, ein Erdtheil sei um so günstiger gebildet, je reicher er an Halbinseln und tieferen Meereseinschnitten ist; umgekehrt ist seine Gestaltung

um so ungünstiger, je einfacher seine Küsten sich entwickelt haben. Dieser mehr oder minder ausgebildete, oder oft ganz fehlende, Gliederbau der Festländer ist, nach einer sehr richtigen Bemerkung von Nagel, nur eines der vielen Momente, welche auf die größere oder geringere Kulturfähigkeit des Erdtheils von Einfluß sind; aber es ist eines der wesentlicheren, weil von ihm größtentheils die mehr oder weniger leichte Zugänglichkeit des Erdtheils abhangig ist. Ich erinnere an Einiges, was in den ersten Elementen der Erdbeschreibung gesagt worden ist: —

Afrika ist gleichsam ein Stamm ohne Äste, eine Landmasse ohne tief eindringende Meeresbuchten, daher für sich abgeschlossen; denn der Golf von Guinea trägt nicht den Karakter der Landspaltung; er schneidet nur einen Theil aus der Eirundsfläche aus, welche Afrika's Gestalt vollkommen sein würde, wäre statt des Wassers Land an seiner Stelle. Hieraus folgt, daß Afrika eine einförmige Küstenbegränzung hat.

Eüropa und Asien, als ein Ganzes betrachtet, strecken eine große Menge Glieder von dem gemeinsamen Körper aus; und nicht blos nach einer Seite hin, nach allen Weltgegenden breitet der Stamm mächtige Äste in Gestalt von mehr oder minder großen Halbinseln gegen die oceanische Fluth aus. Dadurch ist der Küstenumfang des eüropäisch-asiatischen Festlandes zu einer außerordentlichen Höhe gebracht. Die größte Entwickelung des Gliederbaues, der Spaltung und Trennung in Halbinseln, zeigt sich, im Verhältniß zum kontinentalen Raum, bei Eüropa. Dieser hochbegünstigte Erdtheil hat Glieder, die größer sind, als der Körper selbst.

Australien hat eine sehr einförmige Küstenbegränzung, es ist eine zugerundete Erdmasse ohne bedeütende Gliederung, und nur gegen Südosten finden wir die vorliegende Insel Vandiemensland, welche, zwar durch den Meerarm der Baß-Straße getrennt, als ein Appendix des Festlandes betrachtet werden muß, in analoger Stellung wie Großbritannien zu Eüropa, und allein eine vortheilhafte Ausnahme von der Einförmigkeit des ganzen australischen Festlandes bildet.

Nordamerika zeichnet sich durch große Gliederung aus; besonders finden wir auf seiner Ostseite eine bedeütende Spaltung der Landmassen, aber über einige dieser Glieder sind wir noch nicht im Gewissen, ob sie blos abgesonderte oder völlig getrennte, ob sie Halbinseln oder Inseln sind. Zu diesen ungewissen Ästen des Stammes gehören Grönland, Baffinsland und das durch Ross' zweite Reise bekannt gewordene Boothia Felix. Die klimatische Stellung, in welcher sie sich befinden, unter und jenseits der Isothermkurve von — 5° mittlerer Jahreswärme, macht sie für die Kultur des Erdtheils völlig bedeütungslos.

Südamerika ist ein Rumpf ohne Glieder; darin unterscheidet sich diese Hälfte der Neüen Welt von der nördlichen, wie von der eüropäisch-asiatischen Hälfte des Alten Kontinents, die wir als eine vielgegliederte kennen; in diesem Mangel an Ästen ist Südamerika mit Afrika zu vergleichen.

Diese Betrachtungen mögen genügen, um uns die Vertheilung und die Umrisse des Festlandes zu vergegenwärtigen. Wir wenden uns jetzt, — und wollen etwas länger dabei verweilen, — zu einer Karakteristik der Inseln, welche, neben den großen Ländermassen, eine Welt für sich bilden. Die größte Menge von Inseln liegt in dem weiten Becken des Großen Oceans zwischen den Küsten unseres ersten und dritten Erdtheils, und man pflegt sie, gewöhnlich unter dem bezeichnenden Namen Polynesien, als einen eigenen (nach der ältern Vorstellung als fünften) Welttheil zu vergleichen. Was von dem verschiedenen Karakter derselben hervorgehoben werden kann, das läßt sich in gleicher Weise auch auf die übrigen zerstreuten Inseln der andern Meere anwenden; wir wollen uns daher specieller mit ihrer Betrachtung befassen.

Mit den Grundsätzen für die Erkennung des verschiedenen Karakters dieser Inseln sind wir, nächst dem, was ältere Reisende, unter ihnen besonders Forster, geleistet haben, vorzugsweise in den letzten Jahren durch einige Arbeiten Leopold's von Buch bekannt geworden. Seiner Ansicht folgend, unterscheiden wir in der Gestalt der Inseln zunächst zwei Hauptverschiedenheiten, deren Beachtung für unsere Vorstellung von der Bildung derselben und für ihr Verhältniß zum Festlande von großer Wichtigkeit ist. Die einen dieser Inseln sind nämlich langgestreckt und schmal, und laufen an den gegenüber liegenden Enden meist in Spitzen aus; die andern dagegen nähern sich in ihrem Haupttypus mehr der runden als der elliptischen Gestalt.

Die langgestreckten Inseln pflegen gewöhnlich reihenweise auf einander zu folgen und Ketten zu bilden, so daß die Spitze der einen immer der entgegengesetzten Spitze der folgenden gegenüber liegt, und immer entspricht ihrer Hauptlängenausdehnung auch die Erstreckung einer oder mehrerer parallellaufender Bergketten, die oft zu sehr bedeütender Höhe ansteigen. Das auffallendste Beispiel einer Inselkette dieser Art finden wir in einiger Entfernung von den östlichen und nördlichen Küsten des australischen Festlandes. Diese Inselkette beginnt mit Neüseeland, dessen nördliche Hälfte mit einer weit auslaufenden Spitze auf ihre Fortsetzung gegen N.W. deütet, es gehören ferner in diese Reihe die kleinen Norfolkinseln, Neü-Caledonien, die vorliegende Reihe der Neüen Hebriden, die

Salomonsinseln, Neü-Britannien, Neü-Hannover und Neü-Irland; von dort aus läßt sich ihre Verlängerung durch die Louisiade und Neü-Guinea, und die Fortsetzung durch die Molukken über Timor, Flores nach den Sunda-Inseln verfolgen. Diese Reihe bis Neü-Guinea pflegt L. von Buch die Westaustralische Kette zu nennen.

Nicht allein die geognostische Beschaffenheit dieser Inseln, sondern auch die Vertheilung ihrer Gebirge und der merkwürdige Parallelismus ihrer Richtung mit dem Lauf der Küste von Neü-Süd-Wales nöthigen uns, sie als abgerissene Theile des festen Landes, als den einen zerbrochenen Küstensaum anzusehen, welcher wahrscheinlich die Gruppe der alten Umrisse des halbzerstörten südlichen Kontinents bezeichnet.

Wo diese Inselkette endet, da sehen wir nordwärts eine ganz ähnliche sich anschließen, welche eben so den östlichen Rand von Asien umgiebt. Sie setzt von Neü-Guinea nach den Philippinen über, und von dort durch Formosa nach Japan und durch die Kurilen nach Kamtschatka, an dessen Umrissen nur sehr wenig fehlt, um ebenfalls als eine der langgestreckten Inseln zu erscheinen. Auch hier finden wir überall auf den Inseln die Natur einer zerrissenen Küste des Festlandes wieder; und so ist es auch an den Küsten Amerika's mit den Inseln Westindiens (Cuba, Haiti, Portorico, Trinidad u. s. w.). Die langgestreckten Inseln sind Stücke von Kontinenten und müssen daher mit diesen unter einerlei Gesichtspunkt betrachtet werden, in Rücksicht auf ihre physikalische Beschaffenheit.

Ganz verschieden dagegen von diesem Verhältnisse ist die Natur derjenigen Inseln, welche wir vorzugsweise die runden genannt haben. Sie sind, wie wir sogleich näher sehen werden, selbstständige Bildungen, mehr oder minder in sich abgeschlossene Individuen. Ihrer Klasse gehört die große Masse von Inseln an, welche im weiten Ocean zerstreut, ohne Beziehung zu dem Laufe der Küsten der nächsten Kontinente vorkommen; die Gruppen der Tonga- oder Freundschafts-, der Societäts-, Marquesas- oder Mendañas-, der Sandwichs-Inseln und so viele andere, welche erst durch die Seefahrten im vorigen Jahrhundert und besonders seit Cook's Zeiten bekannt geworden sind. Es zerfallen diese Inseln, ihrer natürlichen Beschaffenheit nach, in zwei Hauptabtheilungen, welche schon Forster unterschied und mit dem Namen der hohen und der niedern Inseln belegte, eine Bezeichnung, welche seitdem allgemein üblich geblieben ist.

Die hohen Inseln haben, nächst den gerundeten Umrissen, eine mehr oder minder vollkommene Kegelgestalt. Von der flachen Küste aus erhebt

sie sich regelmäßig von allen Seiten aus nach Innen, und in der Mitte liegt häufig ein ausgezeichneter Kegelberg, dessen Gipfel an Höhe zuweilen mit den ansehnlichsten Bergen der Erde wetteifert (so der Mowna Roa, Sandwichinseln, 2063' hoch, so der Pik von Teneriffa, 1905' u. v. a.). Alle diese Inseln sind zugleich vulkanischen Ursprungs, von keiner derselben hat man etwas anders als vulkanische Produkte mitgebracht; und alle, welche man bis jetzt genauer untersucht hat, beweisen durch ihre merkwürdige Gestalt, daß sie einer eigenthümlichen Art der Erhebung ihren Ursprung verdanken, welche von den Ausbrüchen brennender Vulkane wohl zu unterscheiden ist. Leopold von Buch, welcher zuerst auf dieses eigenthümliche Verhältniß merksam machte, nahm den Karakter desselben von seinen Beobachtungen der Canarischen Inseln her. Er fand nämlich, daß alle diese Inseln in ihrem vollendeten Zustande zwar, wie erwähnt, von den Küsten her gleichförmig ansteigen, daß sie aber in der Mitte, wo man den Gipfel erwarten dürfte, durch eine weite kesselförmige Vertiefung aufgebrochen sind. Diese Kesselvertiefung, — von den spanischen Bewohnern der Canarischen Inseln la Caldera, d. h. Kessel, genannt, — ist kreisförmig, von steilen zackigen Wänden rings umgeben, welche von den ansehnlichsten Höhen der Insel plötzlich fast bis zur Tiefe des Meeres hinabstürzen und einen wilden, höchst eigenthümlichen Anblick gewähren. Dabei ist es merkwürdig, daß die Wände dieser Caldera an unzähligen Stellen durch tiefe schmale Schluchten (Barancos genannt), welche sich aus diesem Mittelpunkte strahlenförmig nach den Küstenwänden verbreiten, zerrissen zu sein pflegen. In diesen Spalten, durch welche man oft nur mit großer Mühe ins Innere der Caldera eindringen kann, sieht man deütlich, wie alle über einander liegenden Schichten (basaltischer Gesteine, Conglomerate u. s. w.), welche die Insel zusammensetzen, mit der Oberflächenform parallel laufende Richtung haben, indem sie regelmäßig von der mittleren Erhebung gegen den Rand geneigt sind. Dadurch vervollständigt sich die Vorstellung, daß diese Inseln gestaltet seien, wie sich eine feste Kruste gestalten würde, welche senkrecht durch eine gewaltige Kraft in die Höhe gehoben würde: sie muß bersten an der Stelle, wo die Wirkung am heftigsten war, und von dort aus müssen die Nebenrisse sich strahlenförmig verbreiten. Hr. von Buch findet es wahrscheinlich, daß diese Kraft in der expandirenden Wirkung eingesperrter Dämpfe und Gasarten auf vulkanische Werkstücke bestanden habe, welche, nachdem die neüe Insel aufgebrochen war, durch die Caldera entwichen. —

Diese Erscheinung ist wohl zu unterscheiden von der Erhebung eines

brennenden Vulkans, denn diese Berge erheben sich nur durch Aufhaüfung ausgeworfener Massen um ihre Krater-Rinde, und man unterscheidet daher die Caldera, unter dem Namen eines Erhebungskraters, von den wahren Ausbruchs- (Eruptions-) Öffnungen oder Kratern im gewöhnlichen Sinne. — Ist übrigens die Erdkruste einmal auf die angegebene Weise geborsten, so kann begreiflich ein thätiger Vulkan sehr leicht durch die entstandene Öffnung seinen Ausweg finden, und haben diese hohen oder Erhebungsinseln, wie Hr. von Buch sie nennt, einen thätigen Vulkan, so bricht er natürlich am leichtesten aus dem Boden der Caldera hervor, und kann sich sehr leicht nach vielen Auswürfen mit seinem kegelförmigen Gipfel über die Ränder derselben erheben. So ist es unter andern, wie Leopold von Buch sehr schön und vollständig erwiesen hat, der Fall bei dem Pik von Teneriffa, an dessen Abhängen man die Ränder des alten Erhebungskraters als einen Cirkus (kreisförmigen Wall) von Felsenrändern noch sehr deütlich beobachten kann. Der brennende Vulkan ist in allen Fällen dieser Art nur eine aüßere, wesentlich sekundäre Erscheinung, welche nicht mit zur Entstehungsgeschichte seiner Insel gehört. Auch ist das Vorkommen eines solchen Eruptionsgipfels mit rauchenden Öffnungen in der That eine viel seltenere Erscheinung bei den Erhebungsinseln, als man nach den vorhergehenden vielleicht zu glauben geneigt sein möchte. In der ganzen Hauptmasse der hohen Südsee-Inseln, welche unmittelbar nördlich vom Wendekreise des Steinbocks liegt, kennt man bis jetzt nur wenig brennende Vulkane; und auf den Canarischen Inseln ist gleichfalls der Pik von Teneriffa der einzige permanente Eruptionskrater; während dagegen bei den meisten andern der Boden der Caldera noch in seiner ursprünglichen Tiefe und frei von Bedeckung mit spätern Auswürflingen erscheint. Palma zeigt unter allen Canarischen Inseln dies Verhältniß am meisten symmetrisch und vollständig: der Kessel liegt hier fast genau in der Mitte 5000 Fuß tief von senkrechten Felswänden umschlossen und von mehr als zwei Stunden im Durchmesser. Ähnlich, doch kleiner (800 Fuß tief) ist diese Bildung bei Gran Canaria. Doch sehr leicht kann auch diese symmetrische Bildung gestört und schwerer erkennbar werden, wenn große Stücke von den Rändern der Caldera nach der Erhebung wieder einstürzen, und nur viele einzelne Theile des Kranzes vom Meere umflossen stehen bleiben; eine Abweichung, welche haüfiger als die Regel vorkommt (Lanzerote, St. Helena), aber, wenn wir das Urbild solcher Inseln erst aufgefaßt haben, keiner Mißdeütung unterworfen ist.

Nächst den Canarischen Inseln sind alle Gegenden der Erde, welche

genauer untersucht wurden, reich an Beispielen dieser merkwürdigen Erhebungsinseln. Leopold von Buch hat selbst noch auf Madera diese Erscheinung (eine Caldera von 4000 Fuß Tiefe) beobachtet und sie aus den Berichten früherer Reisenden an den Azoren, der Insel Amsterdam, an Mauritius, Bourbon, Albemarle, einer der Galapagos, so wie an Barren Island im Golf von Bengal auf das Entschiedenste nachgewiesen. Auch in den europäischen Meeren haben wir ein auffallendes Beispiel davon an der griechischen Insel Santorin; und es unterliegt keinem Zweifel, daß wir mit ihrer Kenntniß auch den Schlüssel zum Verstehen der Stellung aller hohen Inseln Polynesiens haben.

Die meisten Inselberge der Südsee sind übrigens an ihren Rändern mit wagerechten Flächen und seichten Riffen umgeben, welche die Korallenthierchen aufbauen, von denen fortwährend der Raum der bewohnbaren Fläche und die Gefahr, sich ihr in Schiffen zu nahen, vergrößert wird.

Diejenigen unter den runden Inseln, welche wir mit dem Namen der niedrigen unterscheiden, sind in ihrer Bildung ganz abweichend von jenen, treten aber nicht minder als selbstständige Bildungen und in sich abgeschlossene Individuen auf.

Sie sind ganz ein Werk der Korallenthiere, und es bleibt eine in der That sehr merkwürdige Erscheinung, daß in der Art ihrer Ausbildung eine gewisse Gesetzmäßigkeit herrscht, welche sich fortwährend bestätigt hat. Die erste Nachricht von dieser Eigenthümlichkeit verdanken wir Forster, später ist sie von ausgezeichneten Seeleüten und Naturforschern beobachtet worden, u. a. von Adalbert v. Chamisso, der davon eine treffliche Beschreibung gegeben hat. Das Wesentlichste derselben ist folgendes:

Wir denken uns eine Koralleninsel als einen aus der unermeßlichen Tiefe des Oceans aufsteigenden Tafelberg, welcher oben ein vom Meere in geringer Tiefe überflossenes Plateau bildet. Ein von der Natur ringsum am Rande dieser Ebene aufgeführter breiter Damm (Riff) verwandelt dieselbe in ein Becken, die Lagune, um. Dieser Damm wird von den Lithophyten nur bis an die Oberfläche des Meeres gebaut. Wir kennen in der That viele dieser Riffe, welche sich nur durch die darüber hingehende Brandung kenntlich machen und für die Schifffahrt aüßerst gefährlich sind. Wenn aber ein Riff bis zu dieser Höhe gelangt ist, fängt das Meer, das beständig an seinen aüßern Wänden nagt, an, Stücke der Korallenfelsen loszureißen, sie zusammen zu rollen und aufzuthürmen; Sand von zerriebenen Muscheln und Polypengehaüsen, verbunden mit

dem Schlamm, welcher aus den organischen Wesen des Meeres erzeügt wird, verbinden die Zwischenraüme dieser Blöcke, und es bildet sich stellenweise ein fester schmaler Damm, welcher, aus dem Meere hervorragend, bald auch von der Höhe der gewöhnlichen Fluth nicht mehr erreicht wird. Solch' ein Gebilde wird nun ein für Thiere und Pflanzen bewohnbarer Boden. Das Meer wirft Pflanzensamen an die Ufer, und besonders pflegen die Kokospalmen, deren Nüsse so lange keimfähig bleiben und mit jedem Boden vorlieb nehmen, schnell anzufangen, den weißen brennenden Muschelsand mit Wäldern zu beschatten. Auch ganze Baumstämme, von andern Ländern und Inseln durch die Flüsse entführt, finden hier nach langer Irrfahrt, auf der sie von den Meeresströmen geführt wurden, ihren endlichen Ruheplatz. Mit diesen kommen kleine Thiere, wie Eidechsen und Insekten, als erste Bewohner an. Ehe noch die Baüme zu einem Walde sich vereinigen, nisten hier die eigentlichen Seevögel, und verirrte Landvögel nehmen ihre Zuflucht zu dem aufsprossenden Gestraüch; und ganz spät, wenn die Oberfläche in fruchtbare Dammerde verwandelt worden, nachdem die Schöpfung längst geschehen, stellt sich auch der Mensch ein und schlägt seine Hütte stets an dem, nur allein wirthbaren, Ufer der Lagune auf. Diese merkwürdige Inselbildung geht in den tropischen Meeren, die beständig dem Einfluß der Passatwinde ausgesetzt sind, natürlich an denjenigen Theilen des Ringes zuerst vor sich, welche dem Winde zugekehrt liegen und dem Andrange der Wellen am meisten offen stehen. Am vollkommensten ausgebildet erscheinen die Korallenklumpen, die sich an den nord- und südöstlichen Ecken des Dammes aufthürmen, denn sie erlangen bald, im Vergleich zu den übrigen, das Ansehen des hohen Landes. Zwischen ihnen liegen zuerst nur zerstückelte Theile des Dammes über der Oberfläche, und das verbindende Riff ragt bei der Ebbe wie eine breite Kunststraße aus der Brandung hervor; viel später erst, und oft wenn die östlichen Inseln schon bewohnt sind, treten die westwärts unter dem Winde liegenden Ränder des Riffs aus dem Meere hervor, und lange bleiben zwischen ihnen tiefe Lücken stehen, durch welche selbst größere Schiffe den Weg in das Innere des Ringes finden. Hat dies Verhältniß sich erst einigermaßen gestaltet, so bildet sich hier mitten in den ungeheüren Raümen des Oceans, umschlossen von den Korallengebaüden, eine stille spiegelglatte Seefläche, die Lagune, in welcher man sicher fährt, wenn das aüßere Meer von Stürmen bewegt wird. Dieser abgesonderte Theil wird nun vorzugsweise der Schauplatz des fortwährenden Wachsens der Pflanzenthiere, sie erweitern immer mehr und mehr den einen Rand der neuen Inseln, und der Abhang nach

innen ist sanfter geneigt und verlaüft meist in stufenförmigen Absätzen; es erheben sich neüe Korallenfelsen aus dem Boden der Lagune und erfüllen sie mit Untiefen, ja wenn der Umfang des Riffes nicht sehr groß war, wird sie allmälig ganz ausgefüllt und die vormalige Inselgruppe wird in eine einzige Insel verwandelt, eine niedrige ebene Fläche bildend, welche in ihrer Mitte stets niedriger bleibt, als die sie umgebende an den Ufern aufgeworfene Mauer ist, weßhalb sich später daselbst nach anhaltendem Regen Wasserpfützen bilden: die einzigen Brunnen und Quellen. So schafft die Natur in jenen glücklichen Zonen noch beständig neües Land, — ein Phänomen, das in der Bildungsgeschichte der Erdoberfläche eine große Rolle spielt, — das Fortdauern eines Vorganges, welcher in den frühern Perioden der Erde auch in unsern und noch höheren Breiten mit ähnlicher Energie stattgefunden hat.

Man hat sich mehrfach bemüht, die Ursache von der Gesetzmäßigkeit dieser merkwürdigen Bildungen auszumitteln. Forster glaubt darin den Ausdruck von einem Triebe der Korallenthiere zu finden, welche in einem Meere, wo der Wind beständig aus derselben Richtung weht, ihre Behausung gegen die Wirkung desselben und vor der Macht des ungestümen Meeres zu sichern streben. Glücklicher scheint der Gedanke von Steffens, daß die ringförmige Gestalt dieser Inseln durch die Form des Grundes bedingt werde, auf welchem die Korallenthiere sich ansetzen; wahrscheinlich sind es die Ränder eines unter dem Meeresspiegel zurückgebliebenen Erhebungskraters, die ihren Unternehmungen zur ersten Grundlage dienen; eine Ansicht, die auch von andern Naturforschern, namentlich von einem ungenannten Reisegefährten Chamisso's ausgesprochen und von Scrope mit bestätigenden Beobachtungen wieder vorgetragen worden ist. Quoy und Gaimard, welche, auf ihrer Erdumschiffung mit Freycinet, diesem Gegenstande eine große Aufmerksamkeit gewidmet haben, treten der Ansicht von Steffens, ohne sie zu kennen, ebenfalls bei, und weisen die Meinung, daß die Korallenthierchen ihr Werk vom unermeßlichen Grunde des Oceans unmittelbar aufbauten, entschieden zurück.

Außer der Südsee sind die Korallen-Inseln besonders noch im Indischen Meere bekannt, wo sie, unter dem Einflusse der Monsune liegend, sich in allen Theilen ihres Ringes gleichzeitig auszubilden scheinen.

Die niedrigen Landpunkte, die der Korallenbildung angehören, üben nur einen sehr geringen Einfluß auf die Atmosphäre aus; ja Chamisso spricht ihnen jede Einwirkung ab. Die beständigen (Passat-)

Winde, sagt er, bestreichen sie unverändert, wie den ununterbrochenen Wasserspiegel; sie bewirken keinen Wasserniederschlag, keinen Thau, und wir haben bei großer Aufmerksamkeit das Phänomen des Kimmings (Mirage), welches dem Auge besonders auffallend zu machen, ihre flachen Profile sich vorzüglich eignen, an denselben nie wahrgenommen. Doch erleidet diese Regel auch ihre Ausnahmen; es sind Fälle bekannt, daß das niedrigste Korallen=Eiland den Passat unterbrach, und vom Regen ist selbst in Chamisso's Schrift (III. Band, S. 189) die Rede.

Sechs und dreißigstes Kapitel.

Von der Oberflächengestalt des festen Landes. Allgemeine Ansicht von Erhöhungen und Vertiefungen. Absolute und relative Höhe. Begriff des Gebirgs. Die früheren Ansichten über den allgemeinen Zusammenhang der Gebirge über die ganze Erde. Kritik der Systeme von Buache und Buffon und aller ihrer Nachfolger. Humboldt's Forschungen über die Richtung der Gebirgsketten in Eüropa, vor seiner amerikanischen Reise, so wie in der Neüen Welt ꝛc.

Die Oberfläche des festen Landes ist, gleich seinen Umrissen gegen das allgemeine Gewässer, von sehr wechselnder, scheinbar unregelmäßiger Gestalt, und es gelingt auch hier erst bei genauerer Betrachtung, eine Gesetzmäßigkeit in ihrer Bildung zu finden. Höhen und Vertiefungen von größerer und geringerer Bedeütung und von den verschiedenartigsten Formen sind manchfach auf ihr vertheilt, und das wechselnde Verhältniß derselben zu einander bedingt den verschiedenartigsten Karakter der einzelnen Theile des Festlandes. Es wird nöthig sein, die Grundbegriffe für ihre Verschiedenheit festzustellen.

Wir sind gewöhnt, die Erhöhungen der Erdoberfläche, welche wir von tiefen Standpunkten aus wahrnehmen, Berge, die zwischen ihnen liegenden Vertiefungen des Bodens Thäler zu nennen, doch sind diese einfachen Begriffe vielfachen Mißdeütungen ausgesetzt.

Namentlich pflegen wir auch mit dem Namen von Bergen jede Erhebung des Festlandes über das allgemeine Gewässer zu belegen, und wir verstehen dadurch also zwei wesentlich verschiedene Verhältnisse, nämlich theils die Höhe überhaupt, theils den Contrast, die Verschiedenheit zwischen Tiefe und Höhe, welche uns bei Betrachtung der Erdoberfläche begegnet. Aus der einen Rücksicht kann uns, vom Meere aus gerechnet, eine Erhebung als sehr bedeütend erscheinen, welche, im Innern des Landes be-

trachtet, nur einen sehr geringfügigen Einfluß auf die Karakteristik seiner Oberfläche hat; während eben so von der Höhe her beobachtet uns Thäler als sehr mächtige Vertiefungen erscheinen können, welche dennoch, bei bedeütender Höhe über dem allgemeinen Gewässer, als ansehnliche Erhebungen (Hochthäler) betrachtet werden müssen. Diese Erscheinung, verbunden mit der früher entwickelten Betrachtung (I. Band, S. 441), daß der Spiegel des Oceans, gebunden von den Gesetzen des Gleichgewichts, überall gleich weit entfernt von dem Mittelpunkt der Erde, eine gemeinsame Basis (Horizont) bildet, der zum Nullpunkt einer aufwärts gerichteten Skale darbietet, giebt uns für die Kenntniß der Erdoberfläche den Grundsatz einer relativen und absoluten Verschiedenheit in dem gegenseitigen Verhältniß der Unebenheiten; und da es für die Kenntniß der physischen Eigenschaften des Festlandes nicht gleichgültig sein kann, zu wissen, wie weit große Länderstrecken, deren Unebenheiten wir betrachten, über den Nullpunkt des Maßstabes erhoben sind, so ist es unerläßlich, beide Verhältnisse stets gleichzeitig im Auge zu behalten, um ein der Natur entsprechendes Bild von dem Karakter der Oberfläche derselben zu entwerfen.

Der Einfluß, welchen die strenge Berücksichtigung dieser Verhältnisse auf die Fortbildung unserer Wissenschaft gehabt hat, ist unberechenbar. Vorzugsweise gebührt Alexandern von Humboldt, bei seinen Betrachtungen über die Oberflächengestalt von Amerika, die Ehre, diesen Weg zum Auffassen größerer Bilder gebahnt zu haben, und unter den neüesten Geographen ist es unstreitig Karl Ritter, welcher am erfolgreichsten auf ihm fortgeschritten ist. Aus dem einfachen Bilde der Unebenheiten auf der Erdoberfläche leiten wir unmittelbar den Begriff des Gebirges her: Gebirge sind eine Summe von Bergen, welche nach gewissen Gesetzen und mit bestimmter Begränzung verbunden sind. Dieser Begriff, welchen in seiner gegenwärtigen Gestalt zuerst Ritter in die Wissenschaft eingeführt hat, ist nicht minder wie der von Berg und Thal, in der Art, wie er gewöhnlich aufgefaßt wird, manchfachen Mißverständnissen ausgesetzt; denn, ganz davon absehend, daß die einzelnen Berge, welche ein Gebirge zusammensetzen, sich zu diesen gesetzmäßig verhalten, wie die Äste zu dem gemeinsamen Stamm, hat man regellos zusammen geworfen und mit gemeinsamern Bestimmungen verbunden, was natürlich getrennt erscheint, und noch immer sind wir, — leider, — weit davon entfernt, den richtigen Begriff eines Gebirges in die allgemeine Behandlung der Wissenschaft übergehen zu sehen. Wir wollen daher versuchen, aus den Resultaten zuverlässiger Beobachtungen uns ein Bild von der gesetzmäßigen Anordnung der Unebenheiten in den Gebirgen zu entwerfen, und dadurch

die Richtigkeit der Ansichten zu erweisen, welche an die Stelle der früher üblichen Betrachtungsweise gesetzt werden muß.

Gehen wir von den bisherigen Begriffen über die Vertheilung der Gebirge auf der Erde aus, so wird es zuerst dringendes Bedürfniß, die Richtigkeit einer, schon im dritten Buche dieser Grundzüge berührten, allgemein verbreiteten Ansicht zu prüfen, welche die Seele aller früheren Betrachtungen von der Gestalt des Festlandes und das Prinzip aller Abbildungen der Erdoberfläche auf Landkarten genannt werden kann. Es ist die Ansicht von dem allgemeinen Zusammenhange der Gebirge über die ganze Erde.

Seit man anfing, die Gestalten der Länder nach wissenschaftlichen Grundsätzen zu ordnen, ist man bisher stets von der Grundansicht ausgegangen, daß die erhabensten Punkte der Erde mit einander in mehr oder minder sichtbarer Verbindung stünden, und daß ein Zusammenhang der Art, wo er nicht unmittelbar auf der Oberfläche wahrnehmbar sei, durch spätere zerstörende Ereignisse, welche die gesetzmäßige Beschaffenheit der Erdoberfläche vernichtet hätten, nur unterbrochen worden. Man ging dabei unstreitig von einer irrigen Anwendung der tief in der Natur des Menschen begründeten Voraussetzung aus, daß die Erde als ein gesetzmäßig organisirter Körper betrachtet werden müsse, welcher gleich andern organischen Körpern eine regelmäßige Grundlage seiner Glieder in einer einfachen Anordnung seiner festen Bestandtheile habe, und betrachtete die Gebirge gleichsam als das Gerippe desselben, von welchem gestützt erst die übrigen Theile des Körpers sich ausgebildet haben. Man führte deßhalb die Benennungen Gezimmer der Erde (Charpente du Globe, Buache) oder Knochengerüst der Erde (Ossature du Globe, Desmarest) in die Wissenschaft ein, und stützte sich dabei direkt auf die Begriffe der Alten, unter welchen besonders Plinius diesen Gedanken ausführlicher vorgetragen hat.

Unter den geistvollen Naturforschern der neüeren Zeit, welche, von dieser Ansicht ausgehend, Gesetze für die Vertheilung der Unebenheiten auf der Erdoberfläche auszumitteln suchten, verdienen vorzugsweise Buache und Buffon einer ehrenvollen Erwähnung. Zwar sind die Bilder, welche sich beide von der Vertheilung der Gebirgszüge machten, sehr von einander verschieden, aber es liegen darin die Grundzüge, welche die Behandlungsweise dieses Gegenstandes bei den spätern Geographen geleitet haben.

Buache hat unstreitig dem Grundsatze des allgemeinen Zusammenhanges der Gebirge auf der Erde den höchsten und, wie wir sehen werden, naturwidrigsten Grad von Vollständigkeit gegeben. Seine Vergleichungen

der damals (1752) gewonnenen Erfahrungen über diesen Gegenstand brachten ihn zu der Ansicht, daß alle Gebirge des Festlandes von einigen Punkten der Erde strahlenförmig auslaufen, und daß die Strahlen eines jeden Hauptvereinigungspunktes an ihren Enden zusammentreffen. Diese Centra für die Vertheilung der Gebirge betrachtete er als die höchsten Punkte der Erdoberfläche; von ihnen kommen, nach seiner Vorstellung, die Quellen der größten Flüsse herab; sie bestehen aus einer Menge innig verwachsener Berge und bilden das, was er Plateaux nennt. Indem Buache annahm, daß im Innern aller großen Kontinente wenigstens eine solche Bergplatte vorhanden sei, setzte er die größte bekannte ins Innere von Asien und ließ von dort einen Gebirgsstrahl nach Amerika ausgehen, einen andern nach Eüropa und einige minder bedeütende nach China, nach Vorder- und Hinter-Indien und nach dem Kaukasus. Fast eben so ansehnlich erschien ihm der Gebirgsknoten von Afrika, der Zweige quer durch die Wüste Sahara nach dem Atlas und der Meerenge von Gibraltar aussendete, ferner nach der Landenge von Suez, nach der Küste von Guinea und nach dem Vorgebirge der guten Hoffnung. In Amerika nahm er zwei Hauptgebirgsknoten an, welche in der Mitte seiner südlichen und nördlichen Hälfte liegen, und deren aüßerste Zweige sich in der Landenge von Panama treffen; und eben so zwei in Eüropa, von denen der eine in der Schweiz, der andere in Rußland an den Quellen des Don und der Wolga liegt. Allein nicht zufrieden, ein System für die Vertheilung der Gebirge auf dem Festlande entworfen zu haben, glaubte Buache, aus seinen Forschungen auch den Schluß herleiten zu müssen, daß die Gebirge der Alten und der Neüen Welt quer durch die weiten Meere, welche sie trennen, mit einander in unmittelbarer Verbindung ständen. Er benützte die Vertheilung der Inseln im offenen Ocean und verband damit eine große Zahl von Angaben über die Lage von Untiefen, vereinzelten Klippen, Sandbänken u. s. w., und construirte daraus die Linien submariner Gebirgsketten, welche er als eine eigene Gattung von Gebirgen, zum Unterschiede von jenen der Kontinente, mit dem Namen der chaines de montagnes marines belegte. Solche Ketten verbanden nach seiner Ansicht Südamerika mit der Küste von Guinea, Nordamerika mit der Kette des Atlas und mit der Küste von England (von Neü-Foundland aus), eben so verband er Californien mit den Philippinen und der Ostküste von Asien, und die Küste von Chili mit der nordöstlichen Spitze Neü-Hollands, mit Neü-Guinea und der hinterostindischen Halbinsel; ja er versaümte nicht, von den Südspitzen Afrika's und Amerika's dergleichen Bergketten nach den Küsten des unbekannten Südlandes

überzuführen. Das Weltmeer ward durch diese Seegebirgsketten in gewisse Becken getheilt, welche Buache durch besondere Benennungen auszeichnete, und wieder in mehrere untergeordnete Becken zerfallen ließ. Seine Vorstellungen wurden später von Otto fast unverändert aufgenommen und auf's Neüe zum Grundsatze einer hydrographischen Eintheilung der Erd-Oberfläche erhoben, welche mit einer fleißigen Zusammenstellung der vorhandenen Beobachtungen begleitet ward. Wir können indeß sehr leicht aus den weiter oben mitgetheilten Nachweisungen über die Beschaffenheit der im Ocean zerstreut liegenden Inseln schließen, wie wenig diese Art der Betrachtung mit den Verhältnissen in der Natur übereinstimmt, und daß sie nur aus einer oberflächlichen Ansicht der künstlichen Erdkugel, begünstigt durch eine lebhafte, von Systemsucht erhitzten Phantasie, hervorgegangen sein kann.

Buffon ging bei seinen Betrachtungen über die Vertheilung der Unebenheiten auf der Erde von etwas abweichenden Grundsätzen aus. Er suchte in der Richtung derselben eine gewisse Beziehung zu den Meridianen und der Richtung der Parallelkreise aufzufinden und schien anzudeüten, daß die Erdoberfläche von einem Netz von Bergketten überzogen sei, wie unsere Karten von Meridianen und Parallelkreisen. Anfangs hatte er die Ansicht, daß in der Alten Welt die Hauptgebirge von Westen nach Osten zwei große Parallelkreise bildeten, von denen er den einen, nördlichen, an der Nordwestecke der hesperischen oder iberischen Halbinsel beginnen und durch die Piräneen, die Alpen, den Kaukasus und durch das Innere von Asien bis an die Küste des chinesischen Meeres fortsetzen ließ; den südlichen begann er mit dem Atlas und ließ ihn von dort parallel der Nordküste von Afrika bis zur Landenge von Suez fortsetzen. Von beiden liefen manchfache Gebirgs-Meridiane, welche den Karakter der Nebengebirge tragen, nach Norden und Süden, mit einer verminderten Höhe, wobei als allgemeiner Grundsatz geltend gemacht wurde, daß die höchsten Gebirge sich mehr in der Nähe des Aequators befänden und von dort gegen die Pole regelmäßig an Höhe abnehmen. In Amerika, dachte Buffon, finde dagegen im Verhältniß der Gebirgsmeridiane gegen die Parallele ein entgegengesetztes Verhältniß Statt; die Haupt-Gebirgskette läuft hier in der Richtung der ersten (die Cordilleren), und die rechtwinklig von ihr auslaufenden Parallelen stehen in der Bedeütung der Nebenketten. Später änderte Buffon seine Ansichten dahin ab, daß er glaubte, auch in Eüropa dasselbe Verhältniß wie in Amerika nachweisen zu können; er ließ nun die Hauptkette des Atlas (wie Buache) quer durch die Sahara nach dem Mondgebirge fortsetzen und betrachtete die

von dort nach der Landenge von Suez gezogene Kette als einen Nebenzweig; ebenso zerlegte er die Alpen in wenigstens zwei Hauptketten, die von Süden nach Norden laufen, und verlängerte die eine derselben aus Ungarn, quer durch die Ebenen von Polen und Rußland, bis nach dem Ural. Auch Asiens Constitution spaltete er in mindestens drei Haupt-Gebirgs-Meridiane, deren längsten er von der Südspitze Vorderindiens (Kap Comorin) quer durch die Mongolei bis an die Nordküste Sibiriens, im Westen der Irtuisch-Mündung, fortsetzen ließ; zahlreiche untergeordnete Parallelzweige verbanden alle diese Gebirgsmeridiane.

Wenn gleich in den Ansichten dieser beiden geistreichen Naturforscher sich ein schöpferischer Geist zeigt, und zur Entdeckung mancher zuvor unbeachtet gebliebenen Eigenthümlichkeiten in der Gestalt der Erdoberfläche dadurch der Keim gelegt ward *), so bedarf es doch gegenwärtig wol kaum noch einer genauern Beleuchtung derselben, um zu zeigen, daß sie mit den neüern Erfahrungen durchaus nicht übereinstimmen und ein phantastisches Zerrbild an die Stelle einer naturgetreuen Abbildung setzen **). Unstreitig gebührt Buache das sehr wesentliche Verdienst, bei seinen Betrachtungen zuerst auf die Erscheinung der Hochländer, dieser bedeütungsvollsten und wichtigsten unter allen Formen der Erhebung des Festlandes, hingedeütet zu haben; die Lage indeß, welche Buache seinen Hochländern anwies, ist, wie wir nun wissen, in Afrika und Amerika, auch in Eüropa, völlig unrichtig, (in Nordamerika versetzte er das Plateau sogar in die Seebecken von Canada); weniger aber noch mit der Natur übereinstimmend sind die Bergzüge, welche er von diesen Hochländern auslaufen ließ, und wir können mit Recht behaupten, daß kein einziger derselben in der von ihm angegebenen Weise vorhanden sei. Um nur bei Eüropa zu verweilen, ist es ein völliger Irrthum, daß ein Gebirgsknoten, oder überhaupt nur etwas einem Gebirge Vergleichbares, sich um die Quellen des Don und der Wolga befinde, man kennt dort nur höchst unbedeütende Hügel, welche meist aus aufgeschwemmtem Lande oder aus den jüngsten Gebirgsarten bestehen, und weite sumpfige Ebenen,

*) Quel que soit le motif, tout ce qui excite au mouvement, soit erreur, soit prévision vague et instinctive, soit argumentation raisonné, conduit à étendre la sphère des idées, à ouvrir de nouvelles voies au pouvoir de l'intelligence. — Alex. v. Humboldt im Examen critique de l'histoire de la Géographie du nouveau Continent. Vol. I. p. 12. Paris 1836.

**) Ritter sagt sehr treffend von ihnen, sie seien in die Natur hineingezwängte, nicht aus ihr hervorgetretene Ansichten. (Erdkunde, I. p. 67 der zweiten Ausgabe.)

welche das ganze Innere von Rußland einnehmen und welche nur gerade so viel Erhebung über dem Meere haben, daß die Flüsse, welche von dort nach entgegengesetzten Seiten abfließen, ihren Weg zum Meere nehmen können. Genaue Barometer-Messungen, sagt A. von Humboldt, haben die Ansichten, welche man sich von der Erhöhung des Bodens in diesem Theile der Welt gemacht hat, gänzlich umgestaltet. Der Scheitelpunkt zwischen dem Schwarzen Meere und dem Finnischen Busen erreicht in dem Waldaï eine Höhe von kaum 170'. Die Wolga-Quellen, etwas westlich vom Seliger See, haben nach einem Stationen-Nivellement des Hrn. Helmersen keine 140' absoluter Höhe*). Erst an den Rändern dieser größten Ebene von Eüropa erheben sich, weit von einander entfernt und völlig isolirt, die größern Gebirge, welche Buache als Zweige seines imaginären Hochlandes betrachtet. Der Kaukasus hat an seinem nördlichen steilen Abfall, auf seiner ganzen Erstreckung, eine sandige Steppe, welche zum Theil selbst tiefer als das Niveau des Schwarzen Meeres liegt; ganz isolirt, wenn gleich mehr stufenförmig, erhebt sich der Ural als ein vollkommen abgeschnittener Gebirgszug, gegen Osten in die Ebene von Sibirien abfallend, ohne irgend eine Verbindung mit den Gebirgen von Asien, und gegen Norden und Süden scharf endigend, noch lange bevor er die Küsten des Kaspischen Sees oder des Eismeeres erreicht. Eben so völlig für sich steht auch an dem nordwestlichen Rande dieser Fläche das skandinavische Urgebirge; es verschwindet vollkommen in den Sümpfen von Finland, an der Küste des Weißen Meeres, des Onega- und Ladoga-Sees u. s. w., und was man endlich von einem Gebirgsrücken weiß, welcher durch Polen und Norddeütschland nach den Alpen u. s. w. ziehen soll, beruht zu sehr auf einer Verfälschung der Natur, als daß es nöthig wäre, specieller darauf zurückzukommen. Ganz ähnlich fallen die Resultate der Vergleichungen aus, zu welchen die Ansichten von Buache ebensowol als die von Buffon über die Verbreitung der südlichen Gebirge Eüropas Veranlassung geben. Es wird darin die Ansicht von der Verbindung der Alpen und Piräneen durch einen ununterbrochenen Gebirgszug vorgetragen; allein ein solcher Zusammenhang ist völlig ungegründet,

*) Nach den Barometer-Beobachtungen, welche A. v. Humboldt und G. Rose im Mai 1829 auf dem Waldaïschen Höhenzuge anstellten, ergaben sich folgende annähernde Bestimmungen der absoluten Höhe: Spiegel des Waldaï-Sees 113'; Popowa Gora, höchster Hügel im Westen der Stadt Waldaï, 132',5; nördlicher Theil des Plateaus von Waldaï 110'; Wnischui-Wolotschok 92'. Nach Erman liegt die Stadt Waldaï 135' über dem Meere; aber auch diese Zahl gewährt nur eine Annäherung.

und es wird auch aus allen Verhältnissen wahrscheinlich, daß er niemals Statt gefunden haben könne. Die völlig isolirte, scharf abgeschnittene Stellung der Alpen wird von allen genauen Beobachtern als erwiesen betrachtet, namentlich ergiebt sie sich aus den geistvollen Arbeiten Ebels mit Gewißheit. Die große Masse der Alpen fällt quer auf ihre Streichungslinie zwischen Genua und Marseille (bei Nizza) mit fast senkrechten Abstürzen ins Mittelländische Meer ab, das hier eine Tiefe hat, welche der Steilheit der Küste zu korrespondiren scheint; ihr gegen das südliche Frankreich gerichteter Rand stürzt fast eben so steil in das Rhonethal hinab, auf dessen entgegengesetzter Seite sich die Sevennen erheben, und fortwährend steil und scharf bezeichnet, gränzt er in weiter Erstreckung an die Ebene der flachen Schweiz und des Plateaus von Deutschland. Den Piräneen endlich liegt auf ihrer Nordseite ein weites niedriges Thal vor, das sich weit über die Haidefläche des Landes bis an das südliche Ufer der Garonne ausdehnt, und wo die Sevennen den Piräneen am nächsten stehen, erblicken wir immer noch einen weiten Thalgrund dazwischen, in welchem von Meer zu Meer der Kanal von Languedoc zieht, der sich an seiner höchsten Stelle kaum 100' über den Ocean erhebt. Und schwierig, sowol in oro= als geologischer Rücksicht, ist auch die Begründung eines Zusammenhangs der Piräneen mit den Gebirgen von Asturien und Gallicien, welche Buffon zu einem Gebirgsparallel erhob, denn wie in den Piräneen ein doppelter Gebirgszug ist, dessen Theile, verlängert gedacht, unter einander parallel sind, so verhält sich ganz auf gleiche Weise die baskische Gebirgskette zum westlichen Theil der Piräneen, und das asturische Gebirge zum baskischen.

Es würde zu weit führen, wenn wir die ganz ähnlichen Unrichtigkeiten, welche sich in den Ansichten beider genannten Naturforscher über die Verbreitung der Gebirge in Afrika, Amerika und Asien aussprechen, im Einzelnen nachweisen wollten; ja es würde schon überflüssig gewesen sein, der bisherigen Betrachtung eine solche Ausführlichkeit zu geben, wenn es nicht interessant, selbst wichtig wäre, den Entwickelungs=Gang unserer Wissenschaft zu verfolgen, und namentlich darauf merksam zu machen, wie wenig die seit den Darstellungen von Buache und Buffon gesammelten Erfahrungen über die wahre Gestalt und Verbreitung der Gebirge dazu beigetragen haben, die Ansichten späterer Geographen von den Irrthümern zu reinigen, welche sich seit jener Zeit in alle Darstellungen der Länder, auf Karten wie in Büchern, eingeschlichen haben. Es ist in der That kaum ein ähnliches Beispiel in der Geschichte der Wissenschaft aufzufinden, wie sehr die unselige Sucht, die manchfaltigen Bildungen der Natur in

die Formen eines einseitigen, unnatürlichen Systems einzuzwängen, und an die Stelle der wirklich beobachteten Erscheinungen die Gebilde irre geleiteter Einbildungskraft zu setzen, unsere Fortschritte in der Erkenntniß von Naturgegenständen gehemmt hat; wir sehen fast alle Geographen der spätern Zeit ihre Vorstellungen von der Gestalt der Erdoberfläche wesentlich nach den Grundsätzen eines dieser beiden Systeme der Gebirgs-Vertheilung anordnen; wir sehen, daß die wenigen Abänderungen, welche sie sich in ihren Darstellungen erlaubten, nur unwesentliche und beliebig schwankende Dispositionen in den Vereinigungen einzelner Bergketten oder in der Lage ihrer Mittelpunkte betreffen, und innig müssen wir es beklagen, selbst die Ausgezeichneteren unter ihnen, welche sich um andere Zweige der Erdkunde rühmlich verdient gemacht haben, auf unbegreifliche Weise in den nämlichen Fehler verfallen zu sehen.

Pallas, welcher um dieselbe Zeit, als Buffon mit seiner Ansicht von der Richtung der Hauptketten des Kontinentes hervortrat, wichtige Beobachtungen über die Entstehung der Gebirge bekannt machte, hat sich noch am meisten davon frei erhalten. Ein allgemeiner Zusammenhang der Gebirge auf der Erde schien ihm unrichtig; dennoch sind seine Darstellungen von der Verzweigung der Gebirge in Asien denen von Buache höchst ähnlich, und nur seine, auf eigene umfassende Anschauung gestützten Betrachtungen über die Oberflächenbildung des europäischen Rußlands gaben ein ganz von jenem abweichendes Bild. Ein gelehrter französischer Kommentator begleitete bald darauf die Ansichten von Pallas mit einsichtsvollen Bemerkungen und stellte ein, von sehr vielen Angaben angeblich begründetes System der Gebirgs-Vertheilung auf, in welchem die Vorstellung von Gebirgs-Parallelen und Meridianen, bloß in den Einzelnheiten abweichend von den Ausführungen Buffon's, eine Hauptrolle spielte.

Fast gleichzeitig trat Gatterer, dessen geographische Leistungen zu den ausgezeichnetsten seiner Zeit gehören, mit einer ausführlichen Darstellung der Oberflächen-Gestalt der Erde auf, welche das hier gegebene Bild mit einer Vollständigkeit und Schärfe entwarf, die unglaublich scheinen könnte, wenn man einen Blick auf die große Zahl guter Beobachtungen über die Beschaffenheit größerer Länderstrecken wirft, welche schon damals zu Gebote standen. Gatterer glaubte die Erdkugel so scharf nach Bergmeridianen und Parallelkreisen eintheilen zu können, daß sich die Lage der einzelnen Punkte auf der Erdoberfläche nach einem solchen Netze eben so genau würde eintragen lassen, als nach dem künstlichen Netze unserer Karten, und er war zuversichtlich überzeugt, daß die Natur selbst diesen Weg, sich

auf der Erde zu orientiren, auf's Deütlichste vorgezeichnet habe. Es wird genügen, hierbei nur zu erwähnen, daß er annahm, die Bergmeridiane und Bergparallelen hätten eine gegen Meridiane ꝛc. der Erde abweichende Lage und schnitten diese unter einem konstanten Winkel, so daß sein Berg-Äquator, von den Andes in Südamerika (Lat. 20° S.) auslaufend, quer durch Afrika und Asien bis an's Vorgebirge der Tschuktschen lief.

Neben dieser Ansicht von der Vertheilung der Landgebirge trug er auch die von Buache über die Vertheilung der Seegebirge vor und theilte, gleich ihm, das Meer nach diesen Grundsätzen ein. Daß später auch Otto in diesen Fehler verfallen, ist schon früher erwähnt worden, und selbst der hochverdiente Zimmermann gehört zu denen, welche dieser irrigen Ansicht ihren Beifall gaben und zu ihrer Ausbildung beitrugen. Kein Wunder daher, daß bis in die neüeste Zeit in unsern geographischen Kompendien und Landkarten die Kontinente mit Gebirgsketten und Höhenzügen überladen werden, die nur in der Phantasie der Verfasser existiren, und noch immer sind Karten, welche die Oberflächengestalt ihrer Länder mit Treüe und Wahrhaftigkeit darstellen, zu den Seltenheiten zu zählen, ein Uebel, dessen Einfluß auch heute noch nicht aufgehört hat, sehr fühlbar zu werden.

Wir haben schon früher darauf hingedeütet, daß Alex. v. Humboldt vorzugsweise in der Begründung einer mehr naturgemäßen Ansicht von der Oberflächengestalt der Kontinente zuerst vorangeschritten sei. Niemand konnte vor ihm eine so große Summe eigener Anschauungen zu einem gemeinsamen Bilde verarbeiten, und was wir in dieser Rücksicht seinen Bemühungen verdanken, gehört zu den wichtigsten Resultaten seiner außerordentlichen Unternehmungen für die Erweiterung naturwissenschaftlicher Kenntnisse. Ganz besonders zeichneten sich Humboldt's Forschungen dadurch vor denen seiner Vorgänger aus, daß er sich der geognostischen Untersuchung zuerst als eines Hülfsmittels bediente, um den Zusammenhang der Gebirge kennen zu lernen und die Eigenthümlichkeiten eines jeden hervorzuheben. Ausgerüstet mit den Grundsätzen der Werner'schen Schule, durch welche zuerst eine vollkommene Darstellung vom innern Bau der Gebirge möglich ward, fand er in ihr ein neues Hülfsmittel, die Form der Gebirge, welche ja stets nur der Abdruck ihrer Zusammensetzung ist, leichter aus einem übersichtlichen Standpunkte aufzufassen und als gleichartig zu verbinden, was gewöhnlich nach oberflächlicher Ansicht getrennt ward, und zu trennen, was man aus gleicher Rücksicht zu verbinden pflegte. Liegt es nun gleich außerhalb des Zwecks dieser Darstellungen, die Grundsätze zu verfolgen, welche Humboldt und seine Nachfolger auf

gleicher Bahn angewandt haben, um aus dem Bau der Gebirge auf ihre Verbindung oder nöthige Trennung zu schließen, so ist es doch nöthig, hier anzudeüten, daß diese Art der Forschung es sei, welcher die geläuterte Erdkunde so wesentlich den gegenwärtigen Stand ihrer Ausbildung verdankt, und daß mit unsern Fortschritten in der Kenntniß von der innern Bildung der Erdrinde auch unsere Ansichten von ihrer Oberflächen-Gestalt gleichmäßig erweitert und vermehrt werden. Bald befreit von den Einflüssen der erwähnten naturwidrigen Vorstellungen war Humboldt auf seinen Reisen in die bedeütendsten Gebirge von Eüropa (seit 1792) zuerst auf eine neüe Ansicht von der Vertheilung der Gebirge gekommen, welche, wenn sie sich auch nicht in der zuerst von ihm angegebenen Weise bestätigt hat, dennoch der Schlüssel zu den einflußreichsten späteren Darstellungen dieser Verhältnisse geworden ist. Namentlich war er in den Alpen darauf merksam geworden, daß in diesem Gebirge, so weit er es zu untersuchen Gelegenheit hatte, ein merkwürdiges Vorwalten einer und derselben Längenrichtung herrsche, welches sich von dem Hauptrücken der Alpen bis zu den untergeordnetsten, ihnen angehörigen Hügel deütlich nachweisen ließ; eine Richtung von S.W. nach N.O. war in allen als herrschende Längenaxe unverkennbar, und nicht unbemerkt konnte es bleiben, daß auch die Kette des Jura, welche durch ein weites tiefes Hauptthal von den Alpen zwar geschieden, aber wie durch eine unbekannte Kraft an die Alpen gefesselt ist, ihnen stets parallel laufe. Schon eine ähnliche Richtung hatte Humbold als die vorwaltende an allen Bergrücken des Erzgebirges und des Fichtelgebirges wahrgenommen, und auch da, wo der Rhein in die Gebirge Norddeutschlands eintritt, fand sich dasselbe Gesetz wieder. Er glaubte daher in dieser Richtung von S.W. nach N.O. den Ausdruck eines allgemeinen Grundgesetzes zu finden, nach welchem die Vertheilung der Gebirge auf der Erde sich darstellen lasse, und die hierauf verwendeten Forschungen hatten damals einen so großen Reiz für ihn, daß sie einer der mächtigsten Bewegungsgründe seiner Reise in die Äquinoctial-Gegenden der Neuen Welt geworden sind. Als er darauf in das Innere des Festlandes von Südamerika eindrang, betrat er zuerst an der Küste von Venezuela Gebirge, welche dieselben Eigenschaften zeigten, und es schien ihm diese Entdeckung um so wichtiger zu sein, als er gerade hier aus dem allgemeinen Bilde der Andeskette eine Abweichung von seiner Regel erwartet hatte. Humboldt nahm deßhalb keinen Anstand, schon von Amerika aus den Grundsatz als einen für die ganze Erdoberfläche anwendbaren festzustellen, daß alle Gebirge in ihren Haupt-Erstreckungen in Parallelzügen vertheilt sind, und einen Winkel von etwa 45° — 57°

mit der Erdaxe machen, indem er sich zugleich bemühte, die **Ursachen dieser Erscheinung** in der Anziehung der Materie und in dem Umschwunge der Erde bei ihrer Bildung zu suchen. Seine Ansicht ward in Eüropa mit lebhaftem Enthusiasmus aufgenommen und besonders von den Gebirgsforschern weiter ausgebildet, unter denen vorzugsweise Ebel mit einem begeisterten Werke über die Alpen hervortrat, welches ganz wesentlich aus dieser Grundansicht hervorgegangen war. Genauere Beobachtungen in den Gebirgen Europa's, und selbst die fortgesetzten Forschungen Humboldt's in Amerika, haben indeß später sehr bald gezeigt, daß dieses supponirte Gesetz sich nicht in der von seinem ersten Entdecker aufgestellten Allgemeinheit durchführen lasse. Selbst die Alpen, in welchen diese Ansicht zuerst entstanden war, entsprachen, seit wir sie vollständiger kennen lernten, diesem Gesetze nicht allgemein. Wenn gleich ihre Ketten durch die Schweiz, Tirol und Oestreich jene Richtung verfolgen, so wenden sie sich doch an ihren beiden entgegengesetzten Enden so merklich davon ab, daß wir diese Erscheinung für mehr als eine örtliche Störung ansehen müssen. Zunächst an dem westlichen Ende verwandelt sich ihre bisherige Richtung fast rein in die von Norden nach Süden; der Montblanc und seine gigantischen Nachbarn erscheinen mit allen Nebenketten bis an die Küste des Meeres durch eine plötzliche Beügung oder durch einen Bruch in der Kette sich abwendend. Wichtiger noch ist das Aufhören der ursprünglichen Richtung am östlichen Ende: dort geht die Hauptmasse des Gebirgs schnell in eine Streichungslinie über, welche rechtwinklig auf der vorigen steht, sie wendet sich von Nordwest nach Südost und setzt ununterbrochen nach Kroatien und den nördlichen Gegenden der griechischen Halbinsel über, in welcher sie mit zahlreichen Parallelketten bis an die Küste des Schwarzen Meeres fortsetzt und die Richtung der dalmatischen Inseln im Adriatischen Meere bestimmt. Nur ein unbedeütender Zweig, welcher bald den Karakter des Hochgebirgs durchaus einbüßt, verfolgt noch die vorige Richtung; er geht, nicht ohne sehr merkliche Unterbrechung, südwärts Wien bis an die Donau bei Preßburg fort und schließt sich dort an einen nicht minder unbedeütenden Zweig der Karpaten, welcher Mähren von Ungarn scheidet. Die Gegend, wo beide Zweige der Alpen sich trennen, ist eine der wichtigsten für die Kenntniß der Gebirgs-Verhältnisse Eüropa's: eine gabelförmige Spaltung des Hochgebirgs (in der Steiermark bei Obdach, westlich von Grätz), auf welche zuerst Leopold von Buch die allgemeine Aufmerksamkeit gelenkt hat, und welche dem Geognosten noch wichtigere Aufschlüsse als dem Geographen darbietet.

Wenn schon in den Alpen nicht unwesentliche Abschweifungen von dem

allgemein geglaubten Grundsatz der Gebirgsrichtungen bemerkt wurde, so zeigt sich dergleichen noch viel schärfer in der Richtung der Piräneen, des nächstgrößten Gebirges von Eüropa. Die vorwaltende Längen-Erstreckung ihres Hauptrückens geht, wie dort, parallel mit der Richtung aller der niedern Ketten, welche sich an die Hauptmasse derselben anschließen; sie ist indeß fast rechtwinklig gegen die Hauptrichtung der Alpen gestellt, überall sehen wir die Streichungslinie von O.S.O. nach W.N.W. laufen, indem sie ungefähr einen Winkel von 120° mit dem Meridian bildet. Eine große Reihe der ansehnlichsten Gebirge von Deütschland befolgt bis in ihre kleinsten Verzweigungen diese Richtung. Das Riesengebirge und seine südöstliche Fortsetzung, der Harz mit seinen Umgebungen, der Thüringer Wald mit der größten Schärfe, die hohe Rhön und alle die Hügelketten, welche das nordwestliche Deütschland bis fast an die Gränzen von Holland durchziehen. Ebenso gehört hierher der Zug der Apenninen. Auch viele der höchsten Gebirgsketten anderer Welttheile scheinen sich mit auffallender Schärfe dieser Grundregel unterzuordnen, so Kaukasus und Taurus und das mächtigste aller Gebirge, der Himalaya, während die Bergketten des Innern von Asien, der Kuen-lun, das Himmels-Gebirge und der Altaï, wie uns Humboldt's meisterhafte Darstellung, die Frucht seiner sibirischen Reise (1829) gelehret hat, entschieden der west-östlichen Richtung folgen, und das Aldanische Gebirgssystem, mit dem wir zuerst durch den talentvollen Wandersmann Adolf Erman näher bekannt geworden sind auf einer nahe nördlichen Streichungslinie zieht.

Diese letzte der Hauptrichtungen, welche wir schon in den Seealpen kennen gelernt haben, ist vielen andern bedeütenden Gebirgsmassen eigen. Das Gebirge von Skandinavien, der Größe nach, das dritte von Eüropa, folgt ihr (mit wenigen Krümmungen) unverändert aus dem südlichen Norwegen bis an die Spitze des Nordkap; in Deütschland nehmen hauptsächlich der Schwarzwald und die gegenüberliegenden Vogesen diese Richtung, in Frankreich die Sevennen, den Seealpen parallel. In Asien streicht der Ural nach diesem Gesetz, und in Amerika wird es von der gewaltigen Kette der Anden befolgt, wie Humboldt selbst es später bestätigt hat.

Es bedarf nun wol kaum einer vollständigen Ausführung dessen, was wir schon oben andeüteten, daß, wenn auch A. von Humboldt selbst veranlaßt war, seine Ansicht von dem allgemeinen Parallelismus der Gebirge zurückzunehmen, dennoch aus den Modifikationen, welche ihr die

Resultate späterer Beobachtungen gegeben haben, eine naturgemäße Betrachtung von der Vertheilung der Gebirge hervorgegangen sei.

Hatte sich nun auch die Ansicht von einem allgemeinen Zusammenhang der Gebirge auf der Erde als nichtig erwiesen, so war man auf der andern Seite zu der Überzeügung gelangt, daß ein jedes Gebirge durch eine übereinstimmende Richtung seiner Hauptmasse, so wie seiner einzelnen Glieder (Berge), karakterisirt werde, und daß die Streichungslinie, welche die meisten Gebirge nehmen, sich in drei oder vier Hauptrichtungen sondern lasse, welche sich an Haüfigkeit des Vorkommens das Gleichgewicht zu halten streben.

Dies mögte das Resultat der Untersuchungen über die Vertheilung der Gebirge auf der Erdoberfläche sein, welches am meisten mit dem gegenwärtigen Stande unserer geographischen Kenntnisse übereinstimmt. Die Ursachen dieses merkwürdigen Verhältnisses zu erklären, das nicht blos ein aüßeres, sondern, und zwar wesentlich, auch ein inneres ist, indem die Verbreitung der verschiedenen Gebirgs- oder Felsarten, stets nach der vorwaltenden Längenerstreckung der Bergketten sich richtet, kann nur ein Gegenstand geognostischer Forschungen sein *); doch ist es einleüchtend, daß die rein geographische Betrachtung, welche vorzugsweise die Oberflächengestalt der Länder in's Auge faßt und ihre innere Zusammensetzung unberücksichtigt läßt, aus der Kenntniß desselben nur den größten Gewinn ziehen kann.

Es bedarf nur einiger Andeütungen, um zu zeigen, wie so haüfig die Grundgestalt und Haupterstreckung ganzer Länder von der Richtung ihrer Hauptgebirge abhangig ist. Der Erdtheil, welchen wir bewohnen, ist es vor Allen, welcher in dieser Beziehung die ausgezeichnetsten Beispiele darbietet. Selbst die Grundgestalt von Eüropa, wenn wir sie aus einem übersichtlichen Standpunkte betrachten, scheint in der Hauptrichtung seines größten Gebirgs, der Alpen, seine Bedingung zu finden. Die große Masse, der innere Kern des Landes, Frankreich, Deütschland und die Gränzländer in den Stromgebieten der Donau, des Dnieper u. s. w., bilden eine zusammenhangende Masse, deren Hauptrichtung der Streichungs-

*) Die in dieser Beziehung ebenfalls von A. v. Humboldt, L. v. Buch, Lyell, de la Beche u. a., besonders aber von Elie de Beaumont mit dem glänzendsten Erfolge verarbeitet worden sind, und die Lehre von der Erhebung nicht allein isolirter Inseln und einzelner Berge, sondern ganzer Gebirgsketten, ganzer Kontinente neü geweckt haben, eine Theorie, welche, wie der geistreiche Geschichtschreiber der natürlichen Veränderungen der Erdoberfläche, v. Hoff, neüerlich erinnert hat, zuerst von dem Italiener Moro, im Jahre 1740 vorgetragen worden ist.

linie der Alpen parallel geht, und an welcher die übrigen Theile Europa's nur wie vorspringende Spitzen, Halbinseln, Vorgebirge, oder später angeschwemmte Ebenen an der Küste des Meeres erscheinen. Die langgestreckte Halbinsel Italiens ist in ihrer ausgezeichneten Richtung wesentlich abhangig von der Streichungslinie ihrer Hauptgebirgskette, der Apenninen, welche als ein ununterbrochener Grath von den Alpen bis an die Spitze Calabriens in ihrer Mitte fortzieht, ein Verhältniß, auf welches schon Buffon aufmerksam machte; und eben so auffallend ist die Skandinavische Halbinsel in ihrer Gestalt bedingt durch die Richtung ihrer Hauptgebirgszüge. Im äußersten Westen des vielgespaltenen Europa erhebt sich das kastilische Tafelland, dessen physikalische Konfiguration wesentlich hervorgegangen ist aus der Streichungslinie seiner vier Bergketten, die, im vollkommensten Parallelismus aus den Fluthen eines vorweltlichen Oceans emporgehoben, das iberische Halbinselland erzeügten. Ebenso erkennt man in der gewaltigen Breite von Ostasien die Thätigkeit der Gebirgszüge dieses Erdtheils, die von einem großen Centrum in divergirenden Richtungen auslaufen; und vor allen mögte sich die von Süden nach Norden gedehnte Form Amerika's als abhangig von dem Zuge der Andeskette mit großer Bestimmtheit nachweisen lassen, wie denn auch bei allen langgestreckten Inseln, die ja nur als Bruchstücke von Kontinenten betrachtet werden dürfen, die eigenthümliche Gestalt ihrer Umrisse von der Richtung ihrer Bergketten bedingt wird.

Von der Vertheilung der Gebirge hangt wesentlich auch die Beschaffenheit der Gränzen ab, welche die Festländer und Inselketten gegen das Meer bilden; denn wo die Bergketten und ihre Auslaüfer unmittelbar an die Wasserfläche treten, da erzeügen sie die steilen Küsten, denen der Seefahrer ohne Gefahr sich naht, während die Entfernung des Gebirgs vom Meere die flachen Küsten hervorbringt, die oft in großen Entfernungen vom festen Lande unter dem Seespiegel sich fortsetzen (vergl I. Band S. 406, 407).

Erwägen wir endlich noch den außerordentlichen Einfluß, welchen die Gebirge auf die Verbreitung des Mineralreichthums der Länder, auf die Vertheilung der Standörter der Pflanzen, auf die Wohnplätze der Produkte des Thierreichs, so wie auf die Entwickelung der physischen und intellektuellen Fähigkeiten des Menschen ausüben, so dürfen wir ohne Bedenken sagen, daß eine genaue Kenntniß der naturgemäßen Verhältnisse der Gebirge unter einander zu den Grundlagen der geographischen Wissenschaften gezählt werden muß.

Sieben und dreißigstes Kapitel.

Verhältnisse, welche bei allen Gebirgen vorkommen. Der Kamm, oder das Hauptgebirgsjoch; Vertheilung desselben, nachgewiesen durch Beispiele an den Piräneen, einigen deütschen Gebirgen, den Alpen, dem Schweizerjura, den Andes und dem skandinavischen Gebirge. Hauptabfälle des Gebirgs. Im Allgemeinen ist bei nord=südlicher Streichungslinie des Gebirgs der Westabhang steiler als der östliche Abfall; bei west-östlicher Richtung ist der Steilabfall auf der Südseite. — Ausnahmen von dieser Regel. Die größten Erhebungen des Gebirgs, seine Gipfel; ihre Bildung richtet sich nach der Gebirgsart, aus welcher die Berge bestehen, und nach der Höhe, die sie erreichen. Die kleinsten Erhebungen eines Gebirgs, die Päſſe. Allgemeines über die größten Gipfelerhebungen und die mittlere Kammhöhe der Gebirge. Stufenleiter der Größe der Gebirge. Fragmente über Hochebenen, Tafelländer.

Wenn gleich die Erscheinungen der Gebirge im Einzelnen den Karakter großer Manchfaltigkeit und freier Ausbildung tragen, wenn gleich einem jeden größern Gebirge für sich eine gewisse Eigenthümlichkeit zukommt, welche seinen Formen und der Vertheilung seiner Glieder als Merkmal angehört, wenn wir daher die Alpenbildungen als etwas wesentlich Verschiedenes von den Gestaltungen unserer deütschen Gebirge, nordwärts der Donau, betrachten, wenn wir hingegen sehen, daß der Karakter der Piräneen oder des Kaukasus u. s. w. wieder ausgezeichnete Abweichungen zeigt, so giebt es doch gewisse allgemeine Verhältnisse, die allen Gebirgen gemeinsam zukommen, und auf welche wir daher überall unsere Aufmerksamkeit richten müssen, um die Eigenthümlichkeit der einzelnen Gebirge gegen einander wahrnehmen zu lernen.

Die vorzüglichsten dieser Verhältnisse sollen uns in den nachstehenden Skizzen beschäftigen.

Jedes größere Gebirgsganze besteht aus einer Gruppe von Bergen, welche theils in größern Massen zusammengewachsen hohe Flächen bilden,

theils in einzelnen Ketten nebeneinander ziehen. In beiden Fällen unterscheiden wir das Auftreten einer Linie, in deren Richtung die Erhebung am größten ist; diese Linie nennen wir —

Den Kamm des Gebirgs, der auf der Oberfläche wesentlich dadurch bezeichnet ist, daß von ihm zu beiden Seiten die Gewässer ablaufen, er also eine Wasserscheide bildet.

Die Gestalt und Vertheilung des Kammes ist in den verschiedenen Gebirgen, im Verhältniß zur Gestalt des Ganzen, sehr abweichend; es giebt Gebirge, welche einen Hauptkamm haben, der ununterbrochen fortsetzend sich vor allen andern Erhebungen des Bodens durch Höhe und Ausdauer unterscheidet, eine Form, die unstreitig die regelmäßigste ist. Unter den eüropäischen Gebirgen kommt sie, vorzugsweise sehr scharf ausgesprochen, in den Piräneen vor, wo der Hauptkamm, mit sehr wenigen Ausnahmen, die politische Gränze zwischen Frankreich und Spanien bildet. In Deütschland ist diese Erscheinung ungemein scharf im Riesengebirge ausgedrückt, eben so im Thüringer Walde, auf dessen Kamm der Rennsteig laüft, die Scheide zweier Landschaften, hüben Thüringen, drüben Franken. Ziemlich deütlich wiederholt sie sich ferner in dem skandinavischen Gebirg, dessen jedoch mehr abgerundetes Joch von der Gegend des Faemund-Sees (etwa Lat. 63° N.) bis zum Nordkap ꝛc. die Wasserscheidung der Ost- und Nordsee, die Gränze zwischen Schweden und Norwegen bildet.

Haüfig dagegen bestehen Gebirge aus mehreren neben einander herlaufenden und mehr oder weniger verbundenen Kämmen, welche an Höhe verschiedenartig mit einander wechseln oder auch gleiche Höhe behalten. So ist das Rhonethal im Wallis von zwei, im Wesentlichen gleich hohen Gebirgsketten begleitet; im Norden von der Kette des Berner Oberlandes, im Süden von den sogenannten Walliser Alpen, eben so verhält es sich mit dem Ober-Innthal; besonders ausgezeichnet aber ist in dieser Vertheilung der Kämme die Kette des helvetischen Jura. Hier zeigt sich die merkwürdige Eigenthümlichkeit, daß die Richtung der einzelnen Ketten des Gebirgs mit seiner Hauptrichtung nicht übereinstimmt, so daß eine Kette nach der andern, sobald sie an den Rand des Gebirges tritt, schnell abbricht und verloren geht. Escher hat in der Schweiz, vom Salève bei Genf bis zu den Jurabergen im Kanton Schaffhausen, wenigstens fünf solcher nebeneinander fortlaufenden Ketten nachgewiesen, welche jede für sich, sobald die, ihr gegen die Alpen vorliegende verschwunden ist, eine Zeit lang den vordern Rand bildet, und dann immer den Hauptkamm des Gebirgs, welcher hier stets auf der den Alpen zugekehrten Seite

liegt, während ihr Kamm vorher minder bedeütend war und später sich schnell zu den unbedeütenden Vorhügeln erniedrigt.

Es konnte nicht fehlen, daß bei größerer Aufmerksamkeit auf die Oberflächengestalt der Gebirge, besonders wenn man sie mit ihrer innern Zusammenfügung vergleicht, ähnliche Verhältnisse auch bei andern Gebirgen nachgewiesen werden mußten. So hat u. a. A. von Humboldt an den Cordilleren von Peru bemerkt, daß bei ihnen, wenn mehrere Ketten nebeneinander laufen, eine Alternative derselben in der Höhe Statt findet, d. h. wenn eine sich erniedrigt, die andere um so höhere Gipfel trägt. Dieser Fall ist jedoch nicht allgemein für die Andeskette gültig.

Eines der merkwürdigsten ähnlichen Beispiele von der Zusammensetzung des Kammes aus mehreren Ketten bietet der südliche Theil des skandinavischen Gebirges dar. Wiewol diese große Gebirgsmasse von S.S.W. nach N.N.O. fortlaüft, so zeigt doch der Lauf ihres Hauptkammes mehrfach bedeütende Abweichungen von dieser Richtung, indem er aus den Enden mehrerer, sich unter verschiedenen Winkeln begegnenden Ketten zusammengesetzt ist. Hisinger hat deren im Großen wenigstens vier nachgewiesen, welche folgende Vertheilung haben: —

Der südliche Abschnitt des Hauptrückens steigt bei Kap Lindesnäs (Lat. 58°) auf und behält die nach Norden gerichtete Streichungslinie unter den wechselnden Namen Hardanger-, Sogne- und Lang-Field bis zum Parallel von Lat. 62°. Dort wird dieselbe plötzlich von dem Hauptkamm des zweiten Rückens abgeschnitten, welcher, von W.S.W. nach O.N.O. streichend, an der Meeresküste unter dem Namen Snee Braen (Justedals und Haukedals Glätscher am Nordrande von Sogne Fiord) aufsteigt und als Dovre-Field bis zum Parallel von Lat. 63° N. den Hauptkamm des Gebirges bildet; dort bei Oeresundt Söe (an den Gränzen von Herjedalen und Jemteland mit Norwegen) endet sie eben so schnell wieder an dem schwedischen Gebirgskamm, welcher von S. aus der Gegend von Transtrad aufgestiegen, und am östlichen Rande des Faemondt-Sees vorüberstreichend und von hier ab bis zum Parallel von Lat. 69° N. ununterbrochen gegen N.N.O. fortlaufend, den Hauptkamm bildet; sie endet aufs Neüe mit dem Anstoßen an die ansehnliche Kette von Loffod, welche südwestlich mit den aüßersten norwegischen Felseninseln des Loffoden-Archipelagus beginnt und mehr in nordöstlicher Richtung fortstreichend ferner den Hauptkamm bildet, bis er sich in die nördlichsten Spitzen Europas, Nordkap und Nordkyn, unter Lat. 71° N. verliert. Wir sehen aus dieser Darstellung, wie zusammengesetzt aus heterogenen Theilen bei genauerer Beobachtung der Verlauf eines Gebirges erscheint,

welches wir uns so häufig als einen ununterbrochenen schmalen Rücken zu denken gewohnt sind.

Die Gestalt der Gebirgskämme entspricht dem Bilde, welches dieser Name giebt, nicht immer; sie ist nicht immer schmal und scharf. Wenn wir von einer Seite die Höhe eines Gebirgs ersteigen und den Kamm überschreitend, auf der andern Seite uns sofort in die Tiefe senken, so haben wir den reinsten Typus eines Hauptgebirgsjoches, wie er so oft in den Alpen, in den Piräneen, im Jura und Thüringer Wald wahrgenommen wird, aber eben so häufig trifft man statt seiner eine weit verbreitete Fläche, in welcher sich nur schwer, selbst bei genauester Vergleichung, die Erstreckung des Wassertheilers herausfinden läßt, den d'Aubisson für diesen Fall ganz bezeichnend den geometrischen (faite géométrique) genannt hat. Es nähert sich durch eine solche Gestalt die Erscheinung der Gebirge dem Karakter der Hochländer, in den sie stufenweise übergehen kann. Oft glaubt man, auf der Höhe des Kammes angelangt, wieder im flachen Lande zu sein, so z. B. auf den Flächen des Harzes, des Westerwaldes, der Eifel, des schwäbischen und des Franken-Jura, welche keinen scharf geschiedenen Kamm haben, ohnerachtet mit großer Bestimmtheit ihre Massen einer vorwaltenden Längen-Erstreckung, beim Harz von N.W. nach S.O. folgen; so ist es namentlich auch auf dem Dovre-Field, dessen Hauptrücken nach Leopold von Buch's Schilderung eine fast ebene Fläche von 8 bis 10 Meilen Breite einnimmt. Begreiflich ist es, wie sehr verschiedenartig der Karakter der Gebirge sich durch diese Eigenthümlichkeit in dem Verhalten ihrer Kämme gestalten müsse, und wie wichtig die Beachtung derselben zur Beurtheilung der Oberflächengestalt der Länder und der aus ihr hervorgehenden Bedingungen menschlicher Kultur und organischer Lebensthätigkeit sei.

Nächst den Kämmen der Berge sind die vom Joch bis an den Fuß sich fortsetzenden schiefen Flächen, die Abfälle oder Abhänge einer genauern Betrachtung werth, besonders ist es die verschiedenartige Neigung derselben, welche für die Kenntniß der Physiognomie der Gebirge berücksichtigt werden muß. Denken wir uns eine Gebirgskette mit vollendetem scharfen Kamm und mit gleichartig nach beiden Seiten gesenkten Abhängen, so entsteht dadurch ein dreiseitiges Prisma, und im Durchschnitt eine regelmäßige Dachgestalt. Dies würde die vollendetste Form aller Berge sein, welche sich in Ketten zu Gebirgen verbinden und nicht, wie die Vulkane, vereinzelt in mehr oder minder vollkommener Kegelgestalt auftreten. Doch diese rein symmetrische Form zeigt sich bei unsern Gebirgen nur höchst selten und niemals in bedeütender Ausdehnung den

Karakter ihrer Oberflächengestalt bedingend. Im gewöhnlichen, d. h. herrschenden Falle zeigt sich, sowol bei ganzen Gebirgen als bei einzelnen Ketten, stets die Neigung der entgegengesetzten Abhänge verschieden. Die Allgemeinheit dieses Verhältnisses hat schon früh die Aufmerksamkeit der neüern Physiker, insonderheit die von Torbern Bergmann erregt; er glaubt, durch Zusammenstellung aller ihm bekannten Thatsachen, sich zu dem Schlusse berechtigt: daß alle Bergketten, welche von N. nach S. streichen, ihren steilsten Abhang gegen Westen kehren, alle, die von O. nach W. streichen, dagegen auf ihrer Südseite am steilsten abfallen. Es ist nicht zu leügnen daß diese Gestalt sich bei den größeren Gebirgen der Erde im Allgemeinen bestätigt findet; so ist die Kette der Andes gegen den Rand des Großen Oceans bei weitem steiler als ostwärts gegen das Innere des Landes *); so ist es auch mit der Kette der nordischen Hochgebirge in Skandinavien, deren Rücken stets nahe an der Küste des Atlantischen Oceans fortlaüft und dort mit hohen, oft senkrechten Felsenufern endigt, während der Abfall östlich nach Schweden sehr lang gezogen und breit, und schon durch den Lauf einer großen Menge Flüsse von bedeütender Länge bezeichnet ist. Eben so stimmen im Allgemeinen die Beobachtungen dahin überein, daß die Piräneen auf ihrer Südseite viel steiler als gegen Norden abfallen. Dasselbe zeigt sich in den Alpen, besonders in demjenigen Theile derselben, welcher vom Lago maggiore bis zum Mt. Cenis und Mt. Vito einen bogenförmigen Wall um die Piemontesische Ebene bildet, in welchem namentlich der Mt. Rosa unmittelbar aus der Fläche bis zu einer Höhe von 2370′ aufsteigt. Unter den Gebirgen unseres Vaterlandes zeigt sich dieses Verhältniß sehr ausgezeichnet am Erzgebirge und eben so unzweifelhaft, wenn gleich minder deütlich, am Riesengebirge; beide, insonderheit das zuerst genannte, dachen sich ausnehmend flach gegen Norden zur Ebene von Sachsen, der Lausitz und Nieder-Schlesien ab, stürzen dagegen südlich steil in das Böhmische Becken, dessen zusammenhängenden nördlichen Rand sie bilden, welcher

---

*) Diese Erscheinung giebt der Oberflächengestalt von Südamerika einen sehr eigenthümlichen Karakter; das Festland erhebt sich von Osten her sehr sanft in seinem breitesten Theile gegen 450 Meilen lang bis zu höchstens 200′, dann steigt der Andeskamm zu 2000′ auf, und nach einer Breite von etwa 15 Meilen stürzt er fast unmittelbar ins Meer; so beweist es auch der Lauf der großen Ströme Südamerika's, welche vielleicht 20 bis 30 Meilen von den Küsten der Südsee entspringen und erst nach einem Laufe von 400 Meilen ins Meer gelangen; könnte der Atlantische Ocean sich um 1100′ erheben, so würden die Wogen sich an der Ostküste der Andes brechen. (Humboldt Relation historique T. X.)

nur vom Elbthal durchbrochen wird. Ähnlich ist es mit den Karpaten und dem breiten Gürtel des Niederrheinischen Schiefergebirgs. Auch mit der Kette der Himalaya tritt entschieden derselbe Fall ein, wenn gleich hier das Verhalten wegen der Verwachsung desselben mit dem Körper des tübetischen Hoch- und Tafellandes minder ungetrübt ist. Die Zahl dieser Beispiele der größern Gebirge ließe sich leicht noch weiter ausführen, und wenn gleich bis jetzt die Theorie keine Gründe für die Ursachen dieser Thatsachen giebt, so scheint doch gewiß, daß sie im Allgemeinen wol als von der Erfahrung bestätigt angesehen werden kann. Nichts desto weniger fehlt es ihr auch nicht an Ausnahmen, welche zum Theil ganz in der Nähe beobachtet werden können: so bietet z. B. der Harz ein ausgezeichnetes Beispiel einer von W. nach O. gerichteten Gebirgskette, welche nördlich wenigstens doppelt so steil als gegen S. abfällt; seine Hochfläche neigt sehr sanft gegen S., die höchsten Gipfel sind ganz an ihren äußersten nördlichen Rand gerückt, und von ihnen aus gränzt der steile Nordabhang unmittelbar an die Vorhügel der Norddeütschen Ebene. Minder auffallend, doch noch merklich wahrnehmbar, zeigt sich dasselbe Verhalten am Thüringer Walde, dessen Beginnen man auf der Nordseite fast auf wenige Schritte angeben kann, während er südwärts mit sanften Ansteigen bis an das Werre-Thal auslaüft. Das größte Beispiel einer solchen Ausnahme ist unstreitig von A. von Humboldt an den Küsten-Cordilleren von Venezuela bemerkt worden. Diese mächtige Gebirgskette steht mit der von den Andes nach N.O. laufenden Kette der Suma Paz in Verbindung und zieht längs der nördlichen, gegen das Caraibische Meer gerichteten Küste von Südamerika, in einer Länge von 120 d. Meilen, an der Mündung der Laguna de Maracaybo beginnend, als ein abgesondertes Glied der östlichen Cordillere von Cundinamarca bis zur Punta de Penna am Drachenschlund des Paria-Golfs, und über diesen hinaus bis zur Punta de Galera, der nordöstlichsten Spitze der Insel Trinidad. Die Kette der Suma Paz erreicht in der Sierra Nevada de Merida eine Höhe von 2350'; die Küstenkette von Venezuela selbst ist in ihrer nördlichen Reihe vom Kap Codero bis zur Halbinsel Araga durchbrochen, steigt in der Silla de Caracas zu 1316' Höhe und erniedrigt sich mehr und mehr gegen O. Ihr Nordabfall ist sehr steil, und man kann kaum einen fürchterlicheren Abgrund sehen als die 1300' senkrecht sich erhebende Mauer der Silla de Caracas; Hr. v. Humboldt vergleicht ihn mit dem Absturz des Montblanc über Courmajeur. Dagegen ist der nach Süden Plano de Calobozo gerichtete Abfall sehr sanft.

Von süd-nördlich laufenden Bergketten sind es vorzugsweise die

Vogesen und die Sevennen, welche wir als Ausnahmen anführen können; beide richten ihren steileren Abfall gegen O. ins Rhein- und ins Rhonethal, und besonders verflächen die erstern sich sehr sanft in die Ebene von Lotharingen.

In den hier abgehandelten Gebirgs-Verhältnissen ist noch ein Umstand beachtungswerth, welcher zuerst von Saussure bei Betrachtung der Alpen hervorgehoben ward; er bemerkte nämlich, daß die einzelnen Ketten derselben, welche zu beiden Seiten der Centralkette liegen, stets ihren steilen Abhang nach innen kehren, und dagegen nach außen viel sanfter abfallen, eine Erscheinung, welche er als durchaus allgemein ansah. In Beziehung auf die Alpen würde sich auch der steile südliche Abfall der Jurakette um so mehr aus demselben Gesichtspunkt betrachten lassen, weil sich in allen anderen Gebirgen Europas diese Regel bestätigt findet; namentlich kann man die Ränder der großen Kalksteinkette, welche dem südlichen Abfall des Harzes in zwei bis drei Meilen Entfernung parallel geht, eben so die Ränder der Berge bei Gotha (Hörselberg), bei Ilmenau und Meiningen, welche den Thüringer Wald begleiten, als ausgezeichnete Beispiele dafür ansehen. Es stimmen damit alle spätern Forschungen genauer Beobachter: die Bemerkungen über die sogenannte Contrepente von Andreossy und die Bestimmungen von Brisson und Dupuis Thorey, welche den allgemeinen Satz aussprechen, daß, wenn Bergketten sich auf einer geneigten Ebene erheben, ihr steiler Abhang stets auf der dem Falle dieser Ebene entgegengesetzten Seite befindlich sei. Es ist diese Regel noch besonders deshalb von größerem allgemeinen Interesse, weil die Steile der Bergabhänge, wie zuerst Saussure gezeigt hat, mit den Richtungen des Schichtenfalles in ihrem Innern in genauer Verbindung steht; überall ist der sanfte Abhang dahin gekehrt, wohin das allgemeine Fallen sich findet, und bei sehr steilem Schichtenfall ist auch der Abhang beider Seiten gleichförmig steil. Es ist einleüchtend, daß die Allgemeinheit dieser, später so haüfig anerkannten Thatsache die Ansicht derer zu begünstigen scheint, welche die Entstehung der Gebirge als die Wirkung von Erhebungen ansehen; denn, wenn Gebirgsmassen aus einer Spalte hervorträten, so müßten die abgebrochenen Ränder der Decke sich mit steilem Fallen von allen Seiten um den Kern des Gebirges legen und nach außen sanftere Neigung behalten, wo sie noch mit den in ihrer ursprünglichen Lage befindlichen Theilen der Oberfläche zusammenhalten.

Die Gipfel der Gebirge sind der dritte allen gemeinsame Theil derselben, welcher nächst dem Kamm und seinen Abhängen eine besondere Betrachtung verdient, sie sind die isolirten Erhebungen einzelner Theile

über der allgemeinen Masse der Gebirgsketten, und ihre Form und Vertheilung ist es vorzüglich, welche der äußern Ansicht der Gebirge ihren Hauptcharakter giebt, auf welchem die Physiognomie der Gebirge beruht, welche dem Geographen vor Allem zur Auffassung der Haupterscheinungen auf der Erdoberfläche von Wichtigkeit ist. Die Gestalt dieser Gipfel ist vorzugsweise abhangig von der Gebirgsart, aus welcher sie gebildet sind, und von der Höhe, zu welcher sie ansteigen. Leicht verwitterbare Gebirgsarten, wie Thonschiefer, Sandsteine, Glimmerschiefer u. s. w. geben im Allgemeinen den Gipfeln, welche sie bilden, eine zugerundete Form mit sanft ansteigenden Abhängen; härtere dagegen, als Granit, Porphyr, Grünstein, Kalkstein u. s. w., welche den Einflüssen zerstörender Elemente kräftigern Widerstand leisten, haben schroffe zackige Gipfel und scharf bestimmte, schnell und kühn vorspringende Umrisse. So kann der, welcher mit der Natur der Gebirgsarten vertraut ist, oft schon aus der Fernansicht der Gebirge auf ihre innere Zusammensetzung schließen. Dies ist schon sehr ausgezeichnet am Harze sichtbar, wo die schärfer vortretenden Gipfel aus den zuletzt genannten Gebirgsarten bestehen, während die Thonschicht sich verflächt und nur kugelförmige, segmentartige Formen bildet. Doch ist das Moment der Höhe bei solchen Betrachtungen stets einer ganz besondern Berücksichtigung werth. Eine und dieselbe Gebirgsart kann in verschiedener Erhebung ein ganz verschiedenartiges Ansehen gewinnen; je höher sie aufsteigt, desto größer wird die Zerrissenheit ihrer Formen, desto schroffer und spitziger werden ihre Gipfel erscheinen; es wird dabei auch stets um so schärfer der Einfluß, welchen sie auf die äußere Gestaltung der Gebirgs-Physiognomie hat, hervortreten, während in flachen Gegenden und niedern Gebirgen der Karakter aller Erhebungen die gleichartig zugerundete Hügel- und Rückenform ist. Augenscheinlich wird dieses Verhalten durch die Stellung der Schichten bewirkt, welche in höhern Gebirgen vorherrschend senkrecht, oder doch sehr steil ist, und die Köpfe der Schichten zur äußersten Kante der Ketten und Gipfel macht. Die Zerstörung kann einerseits diese aufgerichteten Lagen gewaltiger angreifen, während die Produkte derselben von den steilen Gehängen herabfallen und die nackten zerstückelten Felsmassen in freier Entblößung in beträchtlicher Höhe hervorragend stehen lassen, indeß andrerseits die Oberfläche niedriger Berge von den Produkten der Zerstörung überschüttet wird und ihre Umrisse sich abrunden, bis ihre gleichförmige Böschung mit Vegetation bedeckt und so allen fernern zerstörenden Angriffen ein Ziel gesetzt wird.

Diese Verschiedenheit der Form in den Gipfeln und Kämmen der niedern und höhern Gebirge tritt, besonders für uns, in der Betrachtung

der Alpen in Vergleich mit unsern norddeütschen Gebirgen hervor; eine Ansicht der erstern führt in ein Labyrinth von zackigen scharfen Gräthen, besetzt mit spitzigen zerrissenen kegelförmigen Gipfeln, welche sich oft mit nadelähnlicher Spitze endigen. In der deütschen Schweiz werden sie mit dem Namen der Hörner, in der französischen mit der Bezeichnung Dent und Aiguille charakteristisch unterschieden (in den Piräneen heißt Alles pic, tour oder cylindre); in Tirol hat man für sie den Ausdruck Kogel oder Kofel, den man auch in den Alpen Oesterreichs und der Steiermark anwendet, oder ihn auch wohl durch die Bezeichnung Spitz ersetzt, welche man eben so für die höchsten Gipfel des Tatra-Gebirges in den Karpathen gebraucht.

In den niedern Gebirgen Deütschlands finden sich dergleichen Bezeichnungen für die Formen der höchsten Gebirgspunkte nicht, hier bedient man sich für die ansehnlichsten derselben des Ausdruckes Kopf oder Kuppe, Koppe, welcher hinlänglich bezeichnend für ihre gerundete Gestalt ist; und nur in tiefen engen Thaleinschnitten, welche, durch Zerreißungen gebildet, Entblößungen geben, sieht man bei uns die Alpengebirgsarten sehr untergeordnet mit derselben aüßeren Gestalt im Kleinen wiederkehren: so im Harze an der Roßtrappe, am Ilsenstein; im Thüringerwalde am Meisenstein, Rabenstein u. s. w. Dafür treten aber auch haüfig die höchsten Gipfel nur in die Reihe der sanft ansteigenden Rücken ein und verdienen keine besondere Benennung, als den allgemeinen Namen Berg; so auf dem Harze der Brocken, der Ramberg, Wurmberg, Bruchberg ꝛc.; so fast alle Gipfel des Rheinischen Schiefergebirges, der Winterberg, Feldberg, der Inselberg im Thüringer Walde, der Schneeberg an der Gränze von Mähren und Schlesien, der Feldberg im Schwarzwalde. In dem zuletzt genannten Gebirge und den ihm gegenüber liegenden Vogesen haben die Berge, welche aus primitiven Felsarten zusammengesetzt sind, in der Regel viel Masse, meist einen flachen Gipfel, oft ein Plateau, und daher, aus der Ferne gesehen, diejenige Gestalt, welche in jenen Gegenden der Name Belchen oder Ballon bezeichnen soll.

Eine andere Form von Berggipfeln eigenthümlicher Art bildet der glasige, feldspathreiche Trachyt. Meist mit dauernd steilem Ansteigen erheben sich die Berge dieser Gebirgsart, oft überaus schön und regelmäßig, in der Form umgestürzter Glocken, als hochgewölbte Dome oder in kuppelartiger Gestalt. So haben wir uns den Chimborazo zu denken und die meisten Riesenberge der Cordilleren von Südamerika. Dahin gehört auch die mehr oder minder abgestumpfte Kegelgestalt anderer erloschener Vulkane, welche aus dem Innern der Erde emporgehoben worden und

mit vulkanischen Substanzen von sehr geringer Zerstörbarkeit überdeckt, den Gebirgen, in welchen sie in größerer Menge zu Hause sind, ein sehr eigenthümliches Ansehen geben. Man kennt sie in größester Auszeichnung, besonders im südlichen Frankreich in den Gebirgen des obern Flußgebiets der Loire (des Allier) und der Dordogne, in den Umgebungen von Clermont und südlicher im sogenannten Cantal; dort wird ihre Form mit der eigenthümlichen Benennung Le Puy ausgedrückt, so Puy de Dome, der höchste seiner Umgebungen (760ᵗ), Puy de Vanzon, Puy de Sancy (970ᵗ), der Puy Vieux u. s. w. Ein ähnliches Beispiel von kegelförmigen, mitunter sehr spitz zulaufenden, theils auch domähnlich gewölbten Bergen geben die Euganeen im Vincentinischen, das Mittelgebirge in Böhmen, das Siebengebirge am Rhein, der Hegau in Schwaben u. s. w. Man kann von dieser Art Gebirgen als charakteristisch anführen, daß sie nur aus einer Anhaüfung von Gipfeln bestehen, welche selbstständig neben einander liegen und bis auf ihre Basis, eine gemeinsame Fläche, welche oft die des Meeres ist, getrennt erscheinen, ohne Kämme, ohne Gruppirungen, Kettenrücken.

Was die Vertheilung der Gipfel im Allgemeinen betrifft, so folgt sie gewöhnlich den höchsten Erhebungen der Kämme. Fast alle höheren Alpenhörner liegen der Reihe nach auf den höchsten Kanten der Hauptkette: So zu beiden Seiten des Rhonethales; so im Engadin die Bündner und Tyroler Alpengipfel; so die Gipfel der Andeskette, der Karpaten, selbst des Thüringer Waldes, Riesengebirges ꝛc. Haüfig indeß tritt der Fall ein, daß bedeütende Gipfel isolirt, als vereinzelte Gebirgsstöcke neben dem Hauptrücken des Gebirges hervortreten, ein Fall, der ganz besonders den höchsten Gebirgsgipfeln eigen zu sein scheint. So namentlich erscheint der Mont-Blanc, mit seinen umgebenden Gipfeln, vom Col de Bonhomme bis zum Buet, als eine isolirte, steil abgerissene Masse außer aller Verbindung mit der übrigen Alpenkette; so erscheint die Spitze des Orteles, zwischen den Thälern der Adda und Etsch, als eine vereinzelt hervortretende Masse, welche man ihres jähen Aufsteigens wegen lange für einen Nebenbuhler des Mont-Blanc gehalten hat (sie ist nach v. Welden 2010ᵗ hoch). Ganz ähnlich ist das Erscheinen der höchsten Gipfel in den Piräneen, des Mont-Perdu (1747ᵗ nach Reboul und Vital) und der Maladetta (1787ᵗ nach ebendenselben), welche, wie schon Ramond bemerkte, auf der südlichen Seite des Hauptkammes liegen; und eben so auch zeigt sich das Verhalten mancher Hauptgipfel der skandinavischen Gebirgskette, welche, wie sich aus Hisinger's Schilderung ergiebt, im Osten des höchsten Rückens liegen, so namentlich der Städjan in Du-

larne (603'), der Avesuntan in Jemtland (750'). Wahrscheinlich rührt dieses interessante Verhältniß von der stärkeren Erhebung her, welche die einzelnen Gipfel, im Verhältniß zur ganzen Kette, erlitten, und welche sie nöthigte, sich loszureißen (dies läßt sich nach L. von Buch am Mont-Blanc deütlich erweisen); in diesem Falle müßte übrigens immer dem Auftreten solcher Gipfel eine Lücke oder Erniedrigung in dem dahinter liegenden Theile der Hauptkette entsprechen, und das scheint auch in der That der Fall zu sein.

Interessant ist noch ein in größeren Gebirgen zuweilen bemerktes Verhältniß in der Vertheilung der Gipfel, daß sie nämlich am Rande großer zirkelförmiger Raüme stehen, welche mit steilen Wänden umgeben sind. So kennen wir besonders die Gipfel des Monte Rosa, nach Saussure's Beschreibung, deren sieben (nach Welden neün) sich um den Rand des Cirkus von Macugnaga gruppiren (wovon die höchste nach v. Welden **2370'**, während der Mont-Blanc nach demselben **2461'** hoch ist), eine Erscheinung, der man den Ursprung des Namens dieses Berges zugeschrieben hat, weil die Gebirgshörner sich wie Blätter einer Rose um ihren Mittelpunkt anlegen; Welden raümt dies nicht ein, sondern leitet den Namen von der Farbe her, in der die Gipfel beim Aufgang der Sonne, zuerst von ihren Strahlen erleüchtet, gekleidet sind. Eben so fand es Charpentier in den Piräneen. Als die ansehnlichsten dieser Gebirgs-Amphitheater nennt er u. a. die berühmte Oule de Gavarnie *), am obersten Ende des Thals von Barèges, deren Wände durch ihre Steilheit und gleichförmige Erhaltung einen imponirenden Anblick gewähren, den Cirkus von Troumouse, im Hintergrunde des Thals von Heas, der noch größer, aber nicht so ist, als der Cirkus von Gavarnie, das Amphitheater im Hintergrund des Thals von Estaubé &c.

Noch eine vierte Erscheinung, welche in die Reihe der allen Gebirgen gemeinsamen Theile gehört, ist unter dem Namen der Gebirgspässe (Cols, Ports) **) bekannt. Wie die Gipfel die plötzlich isolirten Erhebungen

*) Vergleiche oben S. 142.

**) Diese Gebirgseinschnitte oder Einsattlungen werden im Deütschen Pässe, Joche, Scheidecken, Furken, Tauern; im Französischen Cols, Fourches; im Savoyischen Patois Forclaz genannt. In den östlichen und westlichen Piräneen heißen sie ebenfalls Cols, im centralen Theil der Kette aber Ports, im Spanischen Puertos. In Nieder-Navarra heißen die Pässe Lepoa (ein baskisches Wort). Je nach dem Volksdialekt, und zuweilen auch Modifikationen in der Höhe, Gestalt oder der Haüfigkeit des Vorkommens ausdrückend, nennt man die Pässe in den Piräneen auch Portillon, Cot, Hourque, Hourquette, Fourque, Fourquette, Porte, Breche.

des Kammes sind, so sind sie seine plötzlichen Einschnitte oder tiefsten Erniedrigungen. Ihre Kenntniß ist vorzugsweise für die Geschichte der Entwicklung des Menschengeschlechts von großer Wichtigkeit, weil sie es sind, die entgegengesetzte Gebirgsabhänge in Verbindung setzen, vermöge dieser einzigen Unterbrechungen in der großen natürlichen Scheide, mit welcher häufig die größten Gebirge, wie unübersteigliche Mauern, Länder von entgegengesetzter Oberflächenbeschaffenheit und Völker verschiedener Abstammung, verschiedener Sprache, verschiedener Sitten und Gewohnheiten von einander scheiden. Gewöhnlich pflegt man sich von der wahren Natur dieser Verbindungslinien eine falsche Vorstellung zu machen, welche noch meist durch die Darstellung, welche unsere Karten davon geben, unterstützt wird; man glaubt nämlich sehr allgemein, daß die Pässe Wege über den hohen Gebirgskamm, ohne Auszeichnung ihrer äußern Gestalt, wären, wo vielleicht sanftere Abhänge ein leichteres Ersteigen gestatten, auf deren höchstem Punkte angelangt, sich plötzlich die Aussicht in das jenseitige Gebiet eröffne. Erscheinungen dieser Art kommen zwar in den niederen Gebirgen vor, welche die geringe Höhe und wenigstens das Ansteigen ihrer Kämme mehr oder minder überall zugänglich macht; aber in den Gebirgen von größerer Alpennatur, die in den Gipfelerhebungen ihres Kammes entweder gar nicht oder nur an sehr wenigen Punkten, und dann nur mit der größten Beschwerde, erstiegen werden können, ist es ganz anders. Da sind die Pässe meist scharf bezeichnete, schmale Einschnitte, welche durch zwei auf beiden Abhängen tief eingefurchte Thalschluchten mit einander verbunden erscheinen; sie sind daher als die höchsten Thäler der Centralketten selbst anzusehen, weshalb sie auch von Ebel als die ältesten und höchsten Zerreißungen, die der, seiner Ansicht nach, uranfänglich ununterbrochen in gleicher Erhebung fortstreichende Hauptkamm des Gebirges erlitten hat, angesehen werden. Mühsam steigt man auf schmalem Pfade, welcher oft noch künstlich an den steilen Felsenufern dem tobenden Bergstrom abgewonnen ward, in eingeschlossener Schlucht des Gebirgs hinan; auf dem höchsten Punkte, der eigentlichen Scheideck des Passes, angelangt, sucht man vergebens den Lohn seiner Anstrengungen durch Eröffnung freier Aussicht in das jenseitige, tiefer liegende Land; der Weg windet sich nach wie vor zwischen himmelhohen Wänden fort, über welchen die höchsten Gipfel des Gebirges oft noch 500', 700', ja 1500' schnell ansteigen; eben so tief umschlossen geht es in ähnlichen Schluchten auf der andern Seite hinab, und die Aussicht eröffnet sich erst, wenn die hohe Gebirgsnatur sich allmählig verliert, wenn man dem letzten Rande der Mauer sich nähert, aus deren schmalen Pforte hervor-

tretend der Strom sich plötzlich in die Ebene verbreitet. Dies ist das wahre Bild aller größeren Alpenpässe und der Pässe aller Hochgebirge.

Eines der ausgezeichnetsten Beispiele gibt die Beschaffenheit der Gotthardsstraße, die mit zu den ältesten Verbindungswegen zwischen der Schweiz und Italien gehört. Von Altdorf am Vierwaldstädter See aufsteigend, folgt man dem Thale der Reüß, einem der wildesten Alpenströme; bei Am-Stäg, 50' über der Fläche des Sees, beginnt die höhere Gebirgsnatur. Die Straße, Jahrhunderte lang ein schmaler Pfad, nur für Fußgänger und Saumthiere gangbar, folgt allen Krümmungen des tobenden Gebirgsstroms zwischen den 900'—1000' fast senkrecht steil aufsteigenden Wänden der Windgälle, des Sustenhorns, Bristenstockes, Gallenstocks u. s. w. über Gestinen, 347' über den See, in den Schellinen Felsenschlund, dann führt sie an einer der schroff abgerissensten Stellen auf der hoch über dem Strome schwebenden Teufelsbrücke über die Reüß, durch das Ursern-Loch, eine schon 1707 künstlich erweiterte Kluft im Granit (etwa 200 Fuß lang), in die freundliche Ebene des Ursern Thals, 750' hoch, welche noch von den 700'—800' höhern Felsenhörnern des Gotthards und seiner Nachbarn umgeben ist; von dort steigt man 350' bis auf die Höhe der Scheideck bei dem Hospiz. Das ganze Aufsteigen dauert 7 bis 9 Stunden, und ähnlich, wie man heraufkam, geht es eng umschlossen im tiefen Liviner Thale, in welchem der reißende Ticino strömt, über Airolo nach Bellinzona hinab, wo die Aussicht in's Freie sich bald mit den lachenden Küsten des Lago maggiore eröffnet, an welchen man in eine neüe Natur tritt, in der schon Früchte des Südens gedeihen. Nicht alle Alpenpässe sind so eng als der Gotthard-Paß, doch sind auch die meisten erst künstlich erweitert (Straße über den Simplon, Splügen, das Stilfser Joch, den Brenner 2c.).

Aus dem Gesagten geht schon hervor, daß die Pässe der Alpen eine gegen die Gipfel-Erhebungen des Kammes verhältnißmäßig geringe Höhe haben; zugleich sehen wir aber auch, daß die ideelle Linie, welche wir uns durch die Scheitelpunkte sämmtlicher Pässe eines Hochgebirgs gelegt denken, es eigentlich ist, die den wahren Ausdruck für die mittlere Höhe des Kammes giebt.

Während die Gipfelerhebungen, die Kulminationspunkte der Kammhöhe in den Alpen, oft 1600' und darüber aufsteigen, erhebt sich die Scheideck der Pässe in der Schweiz gewöhnlich zu 1200' über den Meeresspiegel, und sinkt in andern Theilen des Gebirgs oft noch weit unter 1000' herab.

Als die höchsten Pässe in den Alpen, die über den Hauptkamm selbst

gehen, gelten das Matter-Joch (Col Cervin oder St. Theodule), das nach Saussure 1714', nach Welden 1658' hoch ist, und der Col de Geant (am Montblanc), der aber seit langen Zeiten durch Glätscher verschlossen ist, 1763' über dem Meere. In neüerer Zeit ist jedoch ein noch höherer Paß gefunden worden, ein, freilich nicht im Hauptkamm, sondern in einem Seitenzweige der Walliser Alpen liegendes, nur für Gemsjäger gangbares Joch, das über Glätscher hinweg, nördlich am Mellichhorn vorbei, von Täsch im Zermatter Thal nach Allmagell im Visper Thal führt; im September 1828 hat der um hypsometrische Bestrebungen wohl verdiente ehemalige preüßische Ingenieur-Hauptmann Michaelis diesen Paß 1824',₃ hoch gefunden. Einer der zugänglichsten und niedrigsten Alpenpässe ist der Brenner in Tirol; er führt von Innsbruck herauf, der Eisack und Etsch folgend, nach Trient und Roveredo, und erhebt sich nach Leopold von Buchs Messung 727', nach Fallon sogar nur 685' über den Meeresspiegel.

Die Piräneen haben in ihrem Hauptkamm verhältnißmäßig eine viel größere Menge von Pässen als die Alpen, auch ist ihre mittlere Höhe beträchtlicher, als die der Alpenpässe. Der höchste scheint der Port-Vieil, zwischen dem Vallée de la Cinca und dem Vallée d'Estaubé, zu seyn; er mißt nach Charpentiers Beobachtungen 1314'; als niedrigster Piräneenpaß ist der an den Quellen der Arriège über den Kamm führende Col d'Espitalet bekannt; er erhebt sich 960' über das Meer und wird auch Col de Puymorens genannt.

Es würde uns unstreitig zu weit führen, wenn wir schon jetzt auf eine specielle Musterung der Pässe aller Gebirge eingehen wollten; wir wenden uns daher zu einem andern Standpunkte, von dem aus sich Total-Ansichten gewinnen lassen.

Kaum ist ein Jahrhundert verflossen, seit man angefangen hat, auf die genauere Bestimmung der Berghöhen und den Vergleich der verschiedenen Gebirge eine größere Aufmerksamkeit zu wenden. Dieser Zweig der Erdkunde ist lange mehr als viele andere vernachlässigt worden; Alles, was man bei den Naturforschern des siebenzehnten Jahrhunderts und selbst noch bei denen in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts gesammelt findet, ist ganz unbedeütend und oft selbst höchst abenteüerlich. Kircher (1665) mußte sich noch mit dem Beweise abmühen, daß es keine Gebirge gebe, die, wie unter Andern Aristoteles vom Kaukasus erwähnt hatte, so hoch seien, daß ihre Gipfel noch um Mitternacht von der Sonne beschienen würden; nichts desto weniger haben seine eigenen Höhenangaben kaum einen größeren Werth.

Alles Höhenmessen geschieht auf dreierlei Weise: entweder 1) vermittelst der Wasserwage, indem man dieses Werkzeug von dem tiefsten Punkte allmälig bis auf den höchsten, oder umgekehrt, trägt, und die senkrechten Abstände der Erdpunkte einer jedesmaligen Aufstellungslinie bestimmt, — eine sehr beschwerliche Methode; oder 2) durch Abmessung einer Standlinie und der erforderlichen Winkel und daraus hergeleitete trigonometrische Berechnung; oder 3) vermöge des Barometers, — drei Methoden, denen endlich noch eine vierte, auf das Princip der geringeren Luftschwere mit aufsteigender Erhebung in der Atmosphäre ebenfalls gegründete Methode zugezählt werden kann, die der Bestimmung des Siedepunktes des Wassers.

Sehr bald nach Erfindung des Barometers durch Torricelli im Jahr 1643 kam man auf den Gedanken, daß man sich dieses Werkzeuges als eines bequemen Mittels zur Höhenmessung werde bedienen können, und schon am 19. September 1648 ließ der Akademiker Pascal durch seinen Schwager Perrier die erste barometrische Höhenmessung versuchen, nämlich auf dem Puy de Dome in der Auvergne, der deßhalb in der Geschichte der physikalischen und geographischen Wissenschaften eine klassische Berühmtheit erlangt hat. Der Versuch gelang vollkommen; doch verging noch eine lange Zeit, bevor man von dieser wichtigen Anwendung des Barometers, zu der Descartes den ersten Gedanken gehabt haben will, einen ausgedehnten Gebrauch machte.

In den letzten Jahren des siebenzehnten und den ersten des achtzehnten Jahrhunderts veranstaltete Scheüchzer eine große Zahl von Höhen-Bestimmungen in den Schweizer Alpen; indeß waren seine Resultate noch ungenau, und die Bestimmung der Höhe über dem Meere mußte sehr fehlerhaft ausfallen.

Die ersten, welche eine zuverlässige Arbeit dieser Art über einen der, durch große Erhebung interessantesten Theile der Erdoberfläche unternommen haben, waren die Mitglieder der Peruanischen Gradmessungs-Expedition (I. Band, S. 60) La Condamine, Bouguer und Don Juan d'Ulloa. Sie bestimmten die Höhe der Andeskette in den Umgebungen von Quito und die Höhe dieses in luftige Regionen emporragenden Gebirgthals, zudem nivellirten sie den ungeheüern Lauf des Amazonen-Stroms von seinem Ursprung in der Andeskette bis zu seiner Mündung bei Macapa. Schon damals ward ausgemittelt, daß der höchste Gipfel in diesem kolossalen Gebirgslande, welches A. von Humboldt das Tübet der Neuen Welt nennt, der Chimborazo an zwanzigtausend Fuß (3220′) über dem Wasser-

paß des nahen Oceans stehe, und man maß zugleich die Erhebung vieler seiner ansehnlichsten Nachbarn: Cayambe-Orcou, Antisana, Coto-paxi, Pichincha und Corasson, letzterer nach Condamine's Angabe 2470', damals die größte von Menschen erstiegene Höhe.

Es ist fast ein ganzes Jahrhundert vergangen, bevor man eingesehen hat, daß dies nicht die höchsten Erhebungen einzelner Punkte der festen Erdrinde, nicht einmal in Amerika seien.

Viel später, als die Messungen der Cordilleren durch die französischen Akademiker angestellt wurden, hat man sich genauer über die verhältnißmäßige Höhe der ansehnlichsten Gebirge Europa's unterrichtet. Mit dem Jahre 1775 beginnen die darauf bezüglichen Untersuchungen. Shuckburgh, ein englischer Physiker, ging in dem genannten Jahre nach den Alpen, um Vergleiche über die Genauigkeit barometrischer und trigonometrischer Höhenbestimmungen anzustellen, und maß dabei zuerst trigonometrisch die Höhe des Montblanc über dem Spiegel des Genfer Sees. Zwölf Jahre später wurden seine Messungen durch Saussure bestätigt, welchem wir zuerst eine große Zahl genauer Bestimmungen über die absolute Höhe von Genf und vieler Gipfel der Alpen verdanken. Saussure bestieg am 3. August 1787 den Montblanc mit dem Barometer *), und kein Berggipfel konnte in der Nachbarschaft entdeckt werden, der ansehnlicher gewesen wäre.

In der neüesten Zeit ist die Höhe des Montblanc ein Gegenstand vielfältiger, sehr genauer Untersuchungen gewesen, von denen Herr von Welden einen Theil der Resultate (1824) bekannt gemacht hat. Ganz neüerlich aber hat sich Coraboeuf damit beschäftigt, indem er theils die in den Jahren 1804 bis 1829 von französischen und italiänischen Geodäten angestellten trigonometrischen Messungen, theils die ältern Beobachtungen von Shuckburgh und Saussure einer sehr ausführlichen Diskussion und Revision unterworfen hat. Die Resultate, welche sich ergeben haben, sind folgende:

---

*) Der Montblanc ward zum ersten Mal von Paccard, einem Arzte aus Chamouni, den 8. August 1786 erstiegen, und vor Saussure von demselben noch ein Mal. Später ist diese mühselige und gefahrvolle Bergreise ziemlich häufig wiederholt worden, ohne daß jedoch die Reisenden erhebliche Beobachtungen angestellt hätten; mehrentheils führte sie nur Neugierde und Prahlerei auf den europäischen Bergriesen.

Höhe des Montblanc über dem Meere.

1) Nach Shuckburgh's trigonometrischer Messung, berichtigt nach der neüern Bestimmung der absoluten Höhe des Genfer Sees und mit Zugrundelegung einer richtigern Größe des Refraktions-Koeffizienten . . . . $2466^{t}{,}_{12}$ = 14796 Par. Fuß.

2) Nach Saussure's korrigirter Barometer-Messung, verglichen mit den gleichzeitigen Beobachtungen in Genf und Chamouni . . . . $2467^{t}{,}_{02}$ = 14802 „

3) Zufolge der neüern trigonometrischen Messungen, und zwar

a) von Coraboeuf u. Durand $4810^{m}{,}_{89}$
b) von Carlini und Plana $4811^{m}{,}_{59}$ } Mittel $2468^{t}{,}_{5}$ = 14811 „

Diese dritte Bestimmung dürfte als die wahrscheinlichste Höhe des Montblanc angesehen werden *).

Man ist lange daran gewöhnt gewesen, den Montblanc für den höchsten Punkt der alten, und den Chimborazo für den höchsten der neüen Welt zu halten, und als im Jahre 1799 Alexander v. Humboldt nach Amerika ging, kannte man noch keine größeren Erhebungen. Schon damals hatte man eine Bemerkung gemacht, welche für den Karakter der Oberflächengestalt in den Alpenländern beider Hemisphären nicht ohne Interesse ist: daß nämlich trotz der bedeütenden, fast auf 1000' steigenden Höhendifferenz zwischen beiden Punkten dennoch der erste einen viel imposantern Anblick als der letztere giebt. Der Chimborazo erhebt sich als ein freistehender Glockenberg erst über der Thalebene von Quito, welche selbst schon 1500' über dem Meere steht, und man erblickt daher von dort aus nun auf einmal einen Berg von etwa 1850' Höhe; den Montblanc dagegen sieht man frei vorragend über den Spiegel des Genfer Sees, der 192' über dem Meere liegt, als einen Koloß von 2276' Höhe, und selbst

*) Angenommen, diese drei Bestimmungen wären durchaus fehlerfrei, — was sie aber nicht sein können, denn alle unsere trigonometrischen und barometrischen Höhen-Messungen geben, wie die Bestimmungen der horizontalen Weiten, nur eine Annäherung an die Wahrheit, die je nach dem darauf verwendeten Fleiß größer oder kleiner sein wird, — so könnte man scherzhafter Weise sagen, der Montblanc sei in den letzten fünfzig Jahren um fünfzehn Fuß gewachsen, oder, um sich eines Ausdrucks der neüern Geologie zu bedienen, um diese Größe erhoben worden!

vom Chamouni-Thale (Priorei 539') aus gesehen, welches unmittelbar an seinem Fuße liegt, hat er noch eine Höhe von 1929', — ein Verhalten in der absoluten und relativen Höhe, auf welches ganz besonders Ebel aufmerksam gemacht hat. Außerordentlich großartig ist in dieser Beziehung das Schauspiel in der Bolivianischen Andeskette; hier steigen einige Bergriesen mindestens 2800' unmittelbar über die benachbarten Thäler empor, die größte relative Höhe, welche in den bis jetzt untersuchten Gebirgssystemen wahrgenommen worden ist.

Als Alexander von Humboldt seine denkwürdige Expedition nach der Neüen Welt unternahm, war die genaue Bestimmung der Berghöhen, verbunden mit Vergleichungen über die Gestalt des Landes in senkrechten Durchschnitten, die auf den Horizont des Meeres basiret sind, einer der wichtigsten Theile seiner dortigen, großartigsten Arbeiten. Er hat uns in seinen Darstellungen des Hochlandes von Neü-Spanien und der Cordilleren von Südamerika zuerst Muster für die Auffassung dieser Verhältnisse gegeben, welche eigentlich erst die Resultate einzelner Angaben zu einem, der Erweiterung unserer geographischen Kenntnisse fruchtbringenden Bilde verbanden, und eine große Zahl der wichtigsten Erscheinungen und Eigenthümlichkeiten in der physischen Beschaffenheit der Atmosphäre, der Verbreitung der organischen Körper und der Entwickelung des Menschen erklärt. Der Thätigkeit dieses außerordentlichen Mannes im Anstellen eigener und im Verarbeiten fremder Beobachtungen verdanken wir ein glänzendes Beispiel naturgetreüer Auffassung der physischen Erscheinungen des Erdkörpers, und Alles, was seit den letzten dreißig bis vierzig Jahren in der Erforschung der Natur geleistet worden, verdankt seiner unmittelbaren oder mittelbaren Einwirkung das Dasein.

So rief er denn auch die Kenntniß hervor, welche wir gegenwärtig von der indischen Alpenwelt besitzen. Schon lange war die Aufmerksamkeit der Geographen vergeblich auf die außerordentliche Höhe des Innern von Asien gerichtet gewesen, und schon früh finden wir die Vermuthung ausgesprochen, daß diese Gegend die höchste der Erde sei, da auf sie alle Spuren der frühesten Bewohnung durch das Menschengeschlecht hinweisen. Insbesondere erzeügte der Anblick einer schneebedeckten Bergkette in Indien, die auf den Ebenen des Ganges-Stroms mindestens in 30 Meilen Entfernung noch sichtbar ist, eine außerordentliche Vorstellung von der Höhe derselben; allein man schien weniger Interesse daran zu nehmen, als das Phänomen verdiente, bis die in Indien lebenden eüropäischen Naturforscher durch Humboldt's Arbeiten aus dem Schlummer geweckt wurden.

Auf einer Gesandtschaftsreise nach Kabul, welche unter Elphinstone's Leitung unternommen ward, kam man der indischen Schneekette zuerst so nahe, daß man es versuchte, die Höhe einiger ihrer bedeütendsten Gipfel durch Beobachtung von Vertikalwinkeln zu bestimmen. Wiewol diese Messungen eben keine große Genauigkeit gewährten, so ergab sich doch aus denselben mit ziemlicher Gewißheit, daß es dort Berggipfel gebe, von denen wenigstens einige der Höhe des Chimborazo gleich sein müßten.

Diese Nachricht veranlaßte die Sendung eines ausgezeichneten Ingenieur-Offiziers, des Lieutenants Webb, nach den, damals von den Gorkhas besetzten Gebirgsdistrikten im Quellgebiete des Ganges; da aber seine Barometer verloren gingen, war er außer Stande, absolute Höhen-Bestimmungen zu machen, und erst nach 1815, als jene Provinzen den Besitzungen der Ostindischen Kompagnie einverleibt worden waren, ließen sich genaue Resultate erlangen.

Webb erhielt den Auftrag, eine Karte von dem neü erworbenen Gebiete zu entwerfen, in Folge dessen er dem britischen General-Gouverneur von Indien, Lord Moira, schon im Jahre 1817 einen Bericht überreichte, woraus hervorging, daß von sieben und zwanzig gemessenen Schneegipfeln zwanzig mehr als 20,000 Fuß Höhe haben. Man lernte diese mächtige Bergkette, welche schon früher (1783) von Turner in ihrem östlichen Gebiete auf seiner Reise nach Teschu Lumbu überstiegen worden war und den südlichen Rand des Plateaus von Tübet auf einer Erstreckung von fast dreihundert deütschen Meilen bildet, von nun an genauer unter dem Namen des Himalaya *) kennen. Hodgson und Herbert dehnten die Höhenmessungen gegen Westen weiter aus und drangen, so wie Webb, Raper, Fraser, Gerard u. m. a. tief in das Innere des Gebirges vor, suchten die Quellen des heiligen Gangesstroms und seiner Zuströme auf, und überstiegen und maßen die Gebirgspässe, die auf das tübetische Tafelland führen, und so haben wir denn gegenwärtig schon eine sehr vollkommene Kenntniß jener Gegenden erlangt, die sich besonders auf das Quellgebiet des Ganges und des Sutledj bezieht.

Es hat sich daraus ergeben, daß es hier Berge giebt, welche die Höhe des Chimborazo um fast eben so viel überragen, als dieser den Montblanc, und daß der höchste Gipfel der Piräneen auf den Montblanc gesetzt werden muß, um die Höhe der indischen Kolosse zu erreichen. Der höchste unter allen bisher gemessenen Himalaya-Bergen ist

*) Ein Sanskrit-Wort, zusammengesetzt aus Hima „Schnee" und alaya „Wohnung, Aufenthaltsort."

der Dhawalagiri *) [gemeiniglich Dholagir genannt]; er liegt bei den Quellen des Ghandakflusses, im Meridian von Goracpour (Long. 81° O. Paris) im Parallel von Lat. 29° N. Webb's trigonometrische Messung ist später durch Blake's Beobachtungen bestätigt worden; der eine macht die Höhe 28,015, der andere 28,073 englische Fuß, d. i. beziehungsweise 4381' und 4390' über der Meeresfläche. Der nächst höchste Gipfel ist der Nanda Devi, im Bezirk Djuwahir, 4027' über dem Meere. Dieser bezeichnet das erhabenste Alpenhorn im westlichen Himalaya, jener im centralen Theil des Hochgebirgs; und nun findet sich noch ein ähnlicher Gipfel im östlichen Himalaya, nämlich der Tschumulari, etwa im Meridian von Calcutta; auch diesem legt man eine Höhe von 28,000 engl. Fuß oder 4375' bei; allein Colebrooke, von dem diese Bestimmung herrührt, sagt selbst (in einem Schreiben an A. von Humboldt), daß diese Bestimmung sehr unsicher sei, weil die Entfernung des Piks, die als Basis für die trigonometrische Berechnung dienen muß, noch nicht mit der erforderlichen Schärfe habe ermittelt werden können.

Die hier genannten Höhen und alle übrigen Schneespitzen des Himalaya sind so bedeütend, daß es höchst unwahrscheinlich ist, sie mögten je erstiegen werden können. Der höchste Punkt, welcher hier erreicht worden, scheint 3035' über dem Meere zu sein; bis zu dieser Höhe stieg Gerard am Taschi-Gong hinauf, der unfern der Ufer des Sutledj emporstrebt. Humboldt erreichte bei seiner Besteigung des Chimborazo (den 23. Juni 1802 in Begleitung von Bonpland und Montufar) eine Höhe von 3055', und Boussingault und Hall stiegen am 16. Dezember 1831 noch hundert und fünfzig Fuß höher, nämlich bis 3080',5. Dies ist die größte Höhe, zu welcher sich Menschen je in Gebirgen erhoben haben; doch glaubt Humboldt, daß es nicht unmöglich sein würde, bis zum Gipfel des Chimborazo (3350') zu gelangen. Gay Lussac hat sich sogar bei seinem aerostatischen Auffluge bis zu 3600' erhoben, die größte Höhe, welche bisher erreicht worden ist; sie beträgt noch nicht voll eine deütsche Meile. Humboldt erwähnt, daß, als er sich auf dem höchsten Punkte seines Steigens am Chimborazo befand, er einen Condor über sich erblickte, der senkrecht immer höher und höher stieg, bis er seinen Augen entschwand; und Parrot (der Vater) hat nachgewiesen, dieser Vogel habe sich im Augenblick seines Verschwindens in einer Höhe von mindestens 8000' befunden, unstreitig die größte Höhe, bis zu welcher ein lebendes Wesen erweislich emporgestiegen ist.

*) D. h. Montblanc, denn im Sanskrit heißt Dhawala „weiß," und Giri „Berg."

Der Montblanc hat seinen lang gehegten Ruf, der höchste Berg der alten Welt zu sein, aufgeben müssen, ja der Chimborazo mußte dem Dhawala-Giri im Range weichen; nicht genug daran, ist er auch heütiges Tages nicht mehr der erhabenste Gipfel der neüen Welt. Pentland, ein junger, talentvoller Naturforscher, der längere Zeit in Paris im Umgange mit Cuvier und Humboldt gelebt hatte, wurde im Jahre 1826 der englischen Mission in Peru zugesellt. Auf Humboldt's Verwendung stattete ihn das damalige britische Ministerium Canning mit allen, für wissenschaftliche Untersuchungen erforderlichen, astronomischen und hypsometrischen Instrumenten aus, und mit diesen zog er von Lima auf die Hochebene von Titicaca. Außer mehreren andern wichtigen Entdeckungen für die genauere Kenntniß dieses Theils der Andeskette (vergl. u. a. I. Band, S. 212, 213) hat er hier auf der östlichen Cordillere von Bolivia Bergspitzen gefunden, welche den Chimborazo um 400′ bis 600′ überragen: der Nevado von Illimani *) 3753′ und der Nevado von Sorata 3948′ über dem Meere (letzterer beilaüfig um die Höhe des Schneekopfs im Thüringer Wald niedriger als der Dhawalagiri).

Mit der Entdeckung der Himalaya-Kolosse ist muthmaßlich wol die größte Erhebung des Festlandes ausgemittelt; im Innern von Asien scheinen nirgend weiter Punkte vorzukommen, welche die Vermuthung einer größeren Höhe erweckten; noch weniger ist dies von dem Innern des Australischen Kontinents wahrscheinlich. Die einzige Gegend der Erde, in welcher vielleicht Gebirge vorkommen können, die mit dem Himalaya und den bolivianischen Andes rivalisiren dürften, wäre das Innere von Afrika, wo ein vom Äquator durchschnittener Gürtel von mehr als 20° Ausdehnung unbekannt ist. Alle vorlaüfigen Lagen stimmen darin überein, daß hier, etwa zwischen den Parallelen von Lat. 5° und 10° N. ein hohes Gebirge liege, welches gewöhnlich Al Komri, oder Mondgebirge, genannt wird und mächtige Gipfel enthalten soll, von denen, wie bereits früher (Band I. S. 217) erwähnt, viele die Schneegränze überschreiten sollen; eine Angabe, welche allerdings, bei Berücksichtigung der außerordentlich hohen Temperatur der Landschaften im Innern von Afrika (Kouka, Lat. 12° 11′ N., Höhe 200′, mittlere Temperatur 28°,₇) zu großen Erwartungen berechtigt; jedenfalls müßten dies, wenn die Angabe sich bestätigen sollte, Gipfel sein, welche höher als der

*) Der Illimani scheint seinen Namen ebenfalls von seiner eisigen Bedeckung zu tragen; denn Illi heißt im Immara-Dialekt der Urbewohner von Bolivia „Schnee."

Chimborazo wären, da der ewige Schnee in der Äquatorialzone des ungleich kältern Amerika vorkommt (Tomependa am Amazonen=Strom, 200' hoch, mittlere Temperatur 26°,,, also zwei Grad kälter als das Innere von Afrika).

Indem A. von Humboldt die mittlere Kammhöhe der vornehmsten Gebirge untersuchte, hat er die merkwürdige Entdeckung gemacht, daß diese Höhe zu der Höhe der größten Gipfelerhebungen oder der Kulminationspunkte, und diese unter sich in einem bestimmten Verhältnisse stehen. Die Maxima der Kammlinie der Hauptgebirgsketten in Europa, Amerika und Asien verhalten sich wie die Zahlen 10, 14, 18, 24, d. h. sie folgen ungefähr einer arithmetischen Progression, deren Verhältniß ein halbes ist; und in den sechs Gebirgsketten der Alpen, der Andes, des Himalaya, des Kaukasus, der Alleghanies und der Cordillere von Venezuela ist das Verhältniß zwischen der mittlern Kammhöhe und den Kulminationspunkten sehr regelmäßig wie 1 : 1,8 oder wie 1 : 2. Dies geht aus folgender Darstellung hervor: —

Höhen-Verhältnisse der Hauptgebirgsketten.

	Mittlere Kammhöhe.	Kulminationsspitze.	12 : m =
Alpen der Schweiz . .	1200' = n	Montblanc . . 2468' = m	1 : 2
Andes von Quito . .	1850	Chimborazo 3350	1 : 1,8
Himalaya	2432	Dhawalagiri 4390	1 : 1,8
Kaukasus	1330	Elburz 2783	1 : 2
Alleghanies	560	Mount Washington 1040	1 : 1,8
Venezuela=Kette . . .	750	Silla de Caracas . 1350	1 : 1,8

Die Masse der hohen Piräneen ist durchgängig höher als die der Hochalpen, obwol die Kulminationslinie der Piräneen=Gipfel viel niedriger ist. Die Piräneen=Pässe sind schwache Ausschnitte oder lokale Depressionen des Kammes. Sie geben eine Gränzzahl, ein Minimum der Kammhöhe, während die Linie des ewigen Schnees, welche nicht die mittlere Höhe des Kammes erreicht, eine andere Gränzzahl für das Maximum darbietet. Die mittlere Kammhöhe ist folglich zwischen diesen beiden Kammhöhen enthalten. Nun aber haben die Gipfel der Piräneen eine so geringe relative Höhe, daß das Verhältniß der Kammhöhe zu diesen Gipfelerhebungen wie 1 zu 1½ ist, statt 1 zu 2, wie die sechs oben ge=

nannten Hauptketten beider Kontinente darbieten. Ein ähnliches Verhältniß findet in den Andes-Cordilleren von Bolivia Statt. Dies zeigen Pentland's Messungen, bei denen die höchste Spitze, der Nevado von Sorata unberücksichtigt bleibt, weil der Reisende nicht Gelegenheit gehabt hat, die Kammhöhe der Kette zu bestimmen, von der dieser Nevado den Kulminationspunkt bildet. Wird er aber dennoch mit in Rechnung genommen und mit der Kammhöhe der Illimani-Gruppe verglichen, so verändert sich das Verhältniß nur wenig *), und erreicht noch lange nicht das der obigen sechs Gebirgssysteme.

	Mittlere Kammhöhe.	Kulminationsspitze.	n : m =
Piräneen	1250' = n	Pic Nethou . . 1787' = m	1 : 1,4
Andes von Bolivia			
a) Westl. Cordillere	2330	Nev. v. Gualatieri 3440	1 : 1,5
b) Östliche Cordillere	2380	Nev. v. Illimani 3784	1 : 1,6

Das oben angedeütete Verhältniß der Gipfelerhebungen der Hauptgebirgsketten in der alten und neüen Welt stellt sich nun mit Nachweisung der Namen so: —

	Piräneen.	Alpen.	Andes v. Quito.	Himalaya.
Gipfelerhebungen . .	1,0	1,4	1,8	2,4
Ungefähr	1	1½	2	2½

Endlich folgt aber noch aus den hier gegebenen Ermittelungen das sehr merkwürdige Verhältniß einer Gleichheit des Maximums der Kammhöhen eines Gebirgs mit dem Medium derselben eines andern. So ist ungefähr

das Maximum	=	dem Medium:
Piräneen	=	Andes von Quito
Alpen	=	Himalaya.

Wenn von dem gegenseitigen Verhalten der Gebirge die Rede ist, so muß die Größe derselben von ihrer Höhe unterschieden werden. Jene bezieht sich auf die horizontale Ausbreitung, der zufolge sich die Bergketten etwa in Klassen zerlegen lassen, wonach sich folgende

*) Es verhält sich nämlich in der östlichen oder Cordillera Real von Bolivia die Kammhöhe zum Maximum der Gipfelerhebung, mit dem
Nevado von Illimani = 1 : 1,59
Nevado von Sorata = 1 : 1,65

Stufenleiter der Grösse der Gebirge
ergiebt.

Namen der Gebirge.	Länge.	Streichungslinie.
I. Klasse. Gebirge von mehr als 1000 d. Meilen Länge.		
Cordilleras de los Andes . .	1900 d. M.	Von S. nach N.
Himalaya	1200	„ O.S.O. „ W.N.W.
II. Klasse. Gebirge von 500 bis 1000 d. Meilen Länge.		
Altai	850 d. M.	Von W.S.W. nach O.N.O.
Thian Schan (Himmelsgebirge)	630	„ W. „ O.
Taurus	540	„ W.N.W. „ O.S.O.
III. Klasse. Gebirge von 200 bis 500 d. Meilen Länge.		
Küen lün	460 d. M.	Von W. nach O.
Alleghanies	350	„ S.W. „ N.O.
Ostghats von Vorderindien .	300	„ S.W. „ N.O.
Ural	250	„ S. „ N.
Skandinavisches Gebirge . .	240	„ S.S.W. „ N.N.O.
Westghats von Vorderindien .	220	„ S. „ N.
Karpatischer Gebirgshügel von Westeüropa	220	„ S.O. „ N.W.
Vindhya-Gebirge	200	„ W. „ O.
IV. Klasse. Gebirge, die weniger als 200 d. M. Länge haben.		
Brasilisches Gebirge	160 d. M.	Von S.W. nach N.O.
Eüropäische Alpen	150	„ W.S.W. „ O.N.O.
Balkan, Hämus	150	„ W.N.W. „ O.S.O.
Kaukasus	150	„ W.N.W. „ O.S.O.
Syrisch-petraisches Gebirge .	150	„ N. „ S.
Westl. Flügel des west-eüropäischen Berggürtels	140	„ S.S.W. „ N.N.O.
Apenninen	140	„ N.W. „ S.O.
Sierra von Parime	140	„ W. „ O.
Küsten-Cordillere v. Venezuela	120	„ W. „ O.
Hoher Atlas	120	„ S.W. „ N.O.
Piräneen	55	„ O.S.O. „ WNW.

Die größte Massenerhebung des festen Landes finden wir in Asien, dergestalt, daß mehr als die Hälfte des Erdtheils von Gebirgen, Hochebenen und Tafelländern besetzt ist; diese Form des Bodens verhält sich

in Asien zur Form des niedrigen Landes wie 13:7. Die große Osthälfte dieses Erdtheils bildet nicht, wie man früher geglaubt hat, einen ungeheüern Gebirgsknoten, auch nicht ein zusammenhangendes Plateau, oder einen Erdbuckel, wie man die Gesammterhebung wol genannt hat; sondern sie ist, wie wir zuerst aus A. von Humboldt's lichtvoller Darstellung kennen gelernt haben, aus vier, der Hauptrichtung nach, von O. nach W. streichenden Gebirgsketten und drei dazwischen liegenden Hochebenen.

Zwischen dem Altai und dem Thian Schan, sagt er, findet man die Dsungarei und das Bassin von Ili; zwischen dem Thian Schan und dem Küen lün die kleine oder vielmehr hohe Bukharei, d. i. Kaschghar, Jerkend, Khotan, die große Wüste (Gobi oder Schamo), das Turfan, Khamil und das Tangut, d. h. das nördliche Tangut der Chinesen, das man nicht, wie die Mongolen, mit Tübet oder dem Sifan verwechseln muß, — kurz die hohe Tartarei, an welche sich auf der Ostseite das Plateau der Mongolei anschließt; endlich zwischen dem Küen lün oder Kulkun und dem Himalaya das östliche und westliche Tübet, wo H'lassa und Ladagh liegen. Will man, fügt Humboldt hinzu, diese drei Plateaux einfach nach der Lage von drei Alpenseen benennen, so könnte man zu diesem Endzweck die Seen Balkasch, Lop und Tengri wählen, welche den Hochebenen der Dsungarei, Tartarei und von Tübet entsprechen.

Die Höhe dieser Tafelländer, in ihrer Gesammterhebung, ist früher überschätzt worden. Die Ebenen um den Dsaïsang-See und besonders die Steppen, in deren Mitte der Balkasch liegt, erheben sich, wie Humboldt bemerkt, gewiß nicht mehr als 300′ über den Meeresspiegel. Schon Tessleff und Iwanoff schätzten die Höhe von Urga, am nördlichen Rande der Mongolei, auf 666′, was durch Bunge sehr nahe bestätigt worden ist (er giebt die Höhe zu 630′ an) *); von Urga, sagt A. von Humboldt **), der Hauptstation der Chinesen, die auch Kurenj heißt, wo noch alle Ufer mit Pappeln und hohem Gesträuch bekränzt sind, erhebt sich jenseits der Tola, eines Zuflusses des Orkhon, als Gobi, d. h. als wald- und wasserleere Bergebene, das Land gegen Djirgalan-tu zu einer Höhe von 770′ über dem Niveau des Oceans. Dann senkt es sich wieder bis zur Gränze der eigentlichen Wüste, die hier 580′ hoch ist. Es beginnt nun eine Art Becken, dessen tiefste Punkte kaum mehr als 400′ über dem Niveau des

*) Das Ansteigen zu diesem Nordrande der Mongolei durch die Gebirgsschluchten des Khan Oola (zum Altai-System gehörig) ist sehr allmälig; Höhe von Irkuzk 194′, Kjachta 347′, nach Adolf Erman.

**) In einem Schreiben an mich vom 21. Juli 1833.

Oceans erhoben sind. Weiter gegen Pekin hin gelangt man immerfort ansteigend wieder zu einer Höhe von 700', und man naht dem höchsten Punkte des ganzen Weges über der Gebirgsebene Gobi, man gelangt zu den Trümmern des ältesten Theils der großen Mauer, die die Mongolei von China trennt, auf einer Höhe, welche 850' beträgt. — So sind, nach wirklichen Messungen (des Hrn. v. Bunge) die Höhen eines Tafellandes, dessen Scheitelfläche, frühern Begriffen zufolge, mindestens 1300' über dem Meeresspiegel stehen sollte.

Man darf sich, sagt A. von Humboldt an einer andern Stelle, die Höhe des Tengri-Plateaus, und eben so die der übrigen Hochebenen von Inner-Asien nicht als überall gleich vorstellen. Die Kultur der Pflanzen, deren wachsendes Leben auf die Dauer des Sommers beschränkt ist, und die, ihrer Blätter beraubt, während des Winters erstarren, könnte durch den Einfluß, welchen weit ausgedehnte Tafelländer durch die Wärmestrahlung ausüben, erklärt werden; nicht so aber ist es mit der geringern Strenge der Winter, wenn es sich, nur 6° im Norden der Tropenzone, um Höhen von 1800' bis 2000' handelt. Die Milde der Winter und die Kultur der Rebe in den Gärten von H'lassa, unter Lat. 29° 40' N., Verhältnisse, welche wir durch Hyacinth und Klaproth kennen gelernt haben, deüten daher auf die Existenz tiefer Thäler und kesselförmiger Einsenkungen. — Gegen Westen von H'lassa, scheint Teschu Lumbu, an den Ufern des Yaro Dzangbo Thiu, doch 1930' hoch zu sein, und nicht unwahrscheinlich ist es, daß die Alpenseen Manas-Sarowar und Rawan Rhadd, aus denen der Sutledj entsteht, eine absolute Höhe von 2770' erreichen, eine annähernde Bestimmung, welche aus dem Gefälle des Stroms hergeleitet worden ist, dessen Niveau bei Shipki, da wo er das Tafelland von Kleintübet verläßt, um seinen tosenden Lauf durch den Himalaya-Wall zu beginnen, nach den Messungen von Gerard, noch 1449' über dem Spiegel des Oceans erhaben ist. Sonach wäre dieser Theil des Plateaus von Tübet allerdings das höchste, doch von Bergketten und Thälern vielfach durchschnittene Tafelland der Erde. Die Hochebene des Alpenthals von Kaschmir erhebt sich, nach Jacquemont, 836' über das Meer.

Das von dem Körper des Hochlandes von Ostasien völlig getrennte Plateau von Vorderindien bietet eine große Manchfaltigkeit von Erhöhungen und Vertiefungen dar, ohne jedoch im Allgemeinen dem Karakter eines Tafellandes Abbruch zu thun. Im nördlichen Theil, unterm Parallel von Lat. 25° N., deütet ein Querprofil von Todd, auf eine mittlere Höhe von kaum 250'. Dies ist das Plateau von Centralindien, das,

unter dem genannten Parallel, an seinem Westrande, in den Aravalli-Bergen noch nicht 600' hoch ist, und an seinem Ostrande, in den Ebenen des Betwa, im Bundelkund, nur noch 160' über dem Meere steht. Südlich vom Vindhya-Gebirge beginnt erst das Plateau des Dekan, das unterm Parallel von Lat. 12° N., in Meisore, zwischen den beiden Randgebirgen, den West- und Ostghats, fünfzig Stunden breit, und 420' bis 470' hoch ist; Malanaig, auf den Coromandel-Ghats, steht 434' und der Taddiamtamalla, auf den Malabar-Ghats (Lat. 12° 31' N., Long. 73° 17'), noch ein Mal so hoch, nämlich 888' über dem Meere.

Die Erhebung ganzer Massen des Festlandes ist auch der vorwaltende Karakter der Oberflächengestalt im ganzen Südwesten von Asien. Da breitet sich das weite Tafelland von Iran aus und setzt ununterbrochen fort bis zur Westspitze des Erdtheils am Hellespont. Kabul, am Fuß des Hindu Kusch, liegt, nach Burne's Beobachtung des Siedepunktes, 1032' über dem Meere; und jenseits, d. h. auf der Nordseite des genannten Gebirgszuges, erhebt sich die Oxus-Ebene, am Ausgange des Khulmer Thals, 470', bei Balkh 280' über das Meer, und selbst Bokhara, das der großen Kaspischen Einsenkung des Erdtheils benachbart ist, hat noch eine absolute Höhe von 180 bis 190'. Die schönen Beobachtungen von Fraser (1821 und 1822) haben uns belehrt, daß die Hochebene Persiens, auf der Linie zwischen Schiras und Tehran, eine mittlere Höhe von 650' hat; hier liegen Schiras 692', Isfahan 688 und Tehran 627' hoch, aber das Tafelland senkt sich gegen Osten nach Khorasan zu, denn hier hat Meschhed nur noch eine Höhe von 470'. Von ähnlicher Erhebung ist derjenige Theil des Plateaus von Armenien, welcher vom Araxes bewässert wird; nach Parrot's Messungen liegt das Kloster Etschmiadsin 478' und die Stadt Erivan, am höchsten Theil, 552' über dem Meere.

Analoge Erscheinungen des Emporstrebens eines ganzen Kontinents finden sich auch in Afrika, dessen große Südhälfte ein zusammenhängendes Tafelland ist, welches an seinem südlichen Rande, da, wo die Betschuanen, Koranas und Buschmänner ihre Wohnsitze haben, mehr als 800' hoch sein soll. Die Forschungs-Expedition des Dr. Smyth, welche vom Kap der guten Hoffnung bis zum Wendekreis vorgedrungen ist (1834—1836), wird darüber nähere Belehrung geben, und mit Stillschweigen übergehen wir, als unbeglaubigt, den abenteüerlichen Zug, den Douville ins Innere von Guinea unternommen haben will.

Gegen jene gewaltigen Anschwellungen des asiatischen und des afrikanischen Bodens verschwinden die Hochebenen Europa's, sowol der wagerechten als der senkrechten Ausdehnung nach. Dort, im Osten und im

Süden, ist Alles in kolossalen Verhältnissen aufgebaut; beide Erdtheile bieten ein Bild dar, in welchem die Kühnheit der Zeichnung und die Keckheit des Kolorits unsere Bewunderung in Anspruch nimmt; Eüropa dagegen ist einem Miniatur-Bildchen zu vergleichen, dessen zierliche Behandlung das Auge besticht. In Eüropa ist die Form des Tafellandes am bestimmtesten in der iberischen Halbinsel ausgesprochen; da erhebt sich das Plateau von Spanien, am höchsten unter allen eüropäischen Hochebenen von größerer Ausdehnung, nämlich 350′ über den Spiegel des Oceans; hingegen das Plateau von Deütschland, welches vom Nordrande der Alpen und dem südlichen Fuße des Jura begränzt wird, nur 210′, nämlich in der Schweiz 220′, in Schwaben 150′, in Baiern 260′; und endlich sehen wir die Ebene von Oberschlesien und dem südwestlichen Polen die das Verbindungsglied zwischen den Karpaten und dem hercynischen Bergsystem ist, auf 130′ herabsinken.

Anders ist es wiederum in der neüen Welt. Da wiederholt sich das Phänomen der Massenerhebung, wenn auch nicht zu so gewaltiger Breite wie in Asien, doch zu analoger Höhe in dem Plateau von Mejiko. Die Gebirgskette, sagt A. von Humboldt, auf deren Rücken sich diese weitgestreckte Hochebene ausdehnt, ist dieselbe, welche unter dem Namen der Andes ganz Südamerika durchschneidet; allein der Bau oder das Gezimmer dieser Kette weicht im Norden und im Süden des Äquators wesentlich von einander ab. In der südlichen Hemisphäre ist die Cordillere überall zerrissen und unterbrochen von Spalten, die mit offenen und von heterogenen Substanzen nicht angefüllten Gängen Ähnlichkeit haben. Giebt es daselbst auch Hochebenen von 1400′ bis 1500′ Höhe, wie in Quito und weiter nördlich in der Provinz de los Pastos, so können sie doch hinsichts der Ausdehnung nicht mit denen von Neüspanien verglichen werden; sie sind vielmehr Längenthäler, welche von zwei Zweigen der großen Andeskette begränzt sind. In Mexiko dagegen ist es der Gebirgsrücken selbst, welcher das Plateau bildet; die Richtung der Hochebene ist es, welche gleichsam die der ganzen Kette bezeichnet. In Peru machen die höchsten Gipfel den Kamm der Andes aus; in Mejiko sind diese, zwar minder kolossalen, aber immer noch bis zu 2500′ und 2770′ anstrebenden Gipfel auf der Bergebene zerstreüt oder nach Linien geordnet, die nicht den mindesten Parallelismus mit der Hauptaxe der Cordillere haben. Peru und Neü-Granada haben Transversalthäler, deren senkrechte Tiefe bisweilen 700′ beträgt; und sie sind es, welche die Bewohner zwingen, nicht anders als zu Pferde, zu Fuß oder auf dem Rücken von Indiern, Cargadores genannt, zu reisen. In Neüspanien hingegen rollen Wagen von der Hauptstadt Me-

jiko bis nach Santa=Fe, in Neü=Mejiko, auf einer Strecke von mehr als fünfhundert Stunden. Auf dieser ganzen Straße hat die Kunst Schwierigkeiten von Bedeütung nirgends zu überwinden gehabt. Überhaupt ist das Mexikanische Plateau so wenig von Thälern unterbrochen, sein Abhang ist so gleichförmig und sanft, daß zwischen Mejiko, der Stadt, und Durango, eine Entfernung von 140 Stunden, der Boden beständig eine Höhe von 850' bis 1350' über dem Niveau des benachbarten Oceans behauptet; d. i. die Höhe der Passagen über den Mont Cenis, den St. Gothard und den Großen St. Bernhard. Mejiko, die Hauptstadt, liegt 1168', Durango 1071', dazwischen Zacatecas 1220' über dem Meere; überhaupt beträgt die Höhe des Plateaus von Mejiko 1000' bis 1300'.

In Südamerika, fährt Hr. von Humboldt fort, bietet die Andeskette, ebenfalls in ungeheüren Höhen, ganz platte Ebenen dar. So beschaffen ist das 1365' hohe Plateau, auf welchem die Stadt Santa=Fe de Bogota liegt, das Plateau von Caxamarca, welches ich 1464' hoch gefunden habe. Die großen Ebenen von Antisana, in deren Mitte sich der Vulkan erhebt, welcher in die Region des ewigen Schnees aufsteigt, haben 2100' Höhe über dem Niveau der Meere. Diese Ebenen übersteigen die Spitze des Pik von Teneriffa um 200'; sie sind so platt, daß beim Anblick des heimathlichen Bodens die Bewohner dieser Gegenden es nicht im entferntesten ahnen, in welche außerordentliche Lage die Natur sie versetzt hat. Aber alle diese Plateaus von Neü=Granada, Quito und Peru haben nicht über vierzig Quadratstunden Flächeninhalt. Da sie sehr schwer zugänglich und durch tiefe Thäler von einander getrennt sind, so begünstigen sie aüßerst wenig den Transport der Lebensmittel und den Binnenhandel überhaupt. Von isolirten Bergkolossen beherrscht, bilden sie gewissermaßen Inseln mitten im Luft=Ocean. Auch bleiben die Bewohner dieser eisigen Bergebenen darin koncentrirt; sie fürchten sich in die benachbarten Länder hinabzusteigen, wo eine erstickende Hitze herrscht, die den Urbewohnern der hohen Andes schädlich ist.

Doch auch Südamerika besitzt ein Tafelland von sehr bedeütender Ausdehnung, zugleich das höchste unter allen Plateaus, welche die Cordilleren auf ihrem Scheitel tragen. Es ist die Hochebene, in deren Mitte, an den Ufern des Titicaca=Sees, des größten unter den Alpen=Seen, die älteste Kultur von Peru ihre Heimath hatte. Dieses Plateau erstreckt sich durch vier Meridiangrade von Lat. 16° bis 20° S., mit einer mittlern Breite von 60 deütschen Meilen, so daß es als ein vollkommenes Quadrat angesehen werden kann, welches 3600 d. Geviertmeilen Flächeninhalt hat. Davon kommen allein auf das Thal des Desaguadero und des Titicaca=

Sees 1000 Meilen, und auf das Seebecken, in seinem gegenwärtigen Umfange 250 Meilen. Nach den Beobachtungen von Pentland erreicht der Spiegel dieser größten Süßwasser=Anhaüfung im südamerikanischen Kontinent die ungeheüre Höhe von 2000'. Es ist, sagt Pentland, ein eigener und merkwürdiger Karakter, welcher die physische Konstitution der Urbewohner dieses Theils von Südamerika auszeichnet, daß sie eine große Tendenz haben, die höchsten Theile der Andeskette zu bewohnen; ja, was noch mehr ist, daß ihre Kräfte es erlauben, in dieser Höhe Bergbau zu treiben. Der ganze Cerro de Potosi hat 2514' Höhe, und doch ist dieser Berg bis zu seinem Gipfel mit Schachten und Stollen wie durchlöchert. Die höchsten Wohnungen der Menschen zwischen Lat. 14° und 18° S. erreichen fast 2500'. Die Hütten bei den Quellen des Rio Ancomarca liegen 2458' hoch, das Posthaus dieses Namens 2253'. In dem Dorfe Tacora (Lat 17° 51' S.) findet sich die höchste Gruppe menschlicher Wohnungen auf der Erde; dies Dörfchen liegt in einem Thale, welches zwei kolossale vulkanische Kegel trennt, 2232' über dem Meere. Aber nicht blos einzelne Hütten, Posthaüser und Dörfer erheben sich zu dieser Höhe, auch die volkreichsten Städte von Puno liegen höher als 2000' oder nahe so hoch: Pentland fand den Markt von Potosi 2087' und die südöstlichen Vorstädte dieser Stadt, die sogenannte Pampa de Ingenis 2142' über dem Meere, Chucuito 2037', Puno 2006', Oruro 1945', La Paz 1912'. Das sind Höhen, welche mit den Gebirgshörnern der Berner=Alpen wetteifern; die Bewohner der Vorstadt von Potosi leben in einer Höhe, die der Höhe der Jungfrau in der Schweiz vollkommen gleich ist. Ja, die Hütten von Ancomarca liegen fast eben so hoch als der Montblanc, aber sie sind nur einige Monate des Jahres bewohnt; dennoch bilden sie unstreitig den am höchsten gelegenen festen Wohnplatz des Menschen auf der ganzen Erde, selbst unter der Voraussetzung, daß die oben angegebene Höhe des Manas Sarowar sich bestätigen sollte, an dessen Ufern nur Hirten in stets wechselnden Lagern unterm Zeltdach leben.

Acht und dreißigstes Kapitel.

Physikalische Beschaffenheit der Hoch-Regionen alpinischer Gebirge. Die Firn- und Glätscherdecken. Nähere Bestimmung der Höhe der Schneegränze oder der Firnlinie in den eüropäischen Alpen. Untere Gränze der Glätscher im Berner Oberlande. Gefüge der Glätschermasse, ihre Färbung und die des Firns. Entstehen der Glätscher aus der Firnmasse. Spalten in der Ober- und Grundfläche. Glätschertische und Gufferlinien. Versinken organischer Körper in die Glätschermasse. Die Glätscherwälle dienen zur Beurtheilung des Vorschreitens und Zurückweichens der Glätscher; — dieses Phänomen ist periodisch.

In jenen erhabenen Regionen der Erde, welche wir am Schluß des vorigen Abschnitts als den äußersten Standort menschlicher Wohnungen kennen lernten, stehen wir, innerhalb der Tropen, unfern der Gränzlinie, jenseits deren die Natur sich, bis auf sehr geringe Ausnahmen, in das Bahrtuch des ewigen Schlafs verhüllt hat. Früher ist schon die Höhe nachgewiesen worden, bis zu welcher diese Schranke des thatkräftigen Lebens in den verschiedenen Zonen der Erde über die oceanische Niveaufläche sich erhebt (I. Bd., S. 208 bis 221); jetzt wird es nöthig sein, den Karakter der Erstarrung näher ins Auge zu fassen, welche die höchsten und höheren Regionen aller alpinischen Gebirge auszeichnet; wir müssen von den Massen unvergänglichen Schnees und den Eis- und Glätscherfeldern sprechen, die ein hervorstechendes Merkmal der Hochgebirge sind.

Das in Rede seiende Phänomen ist der Gegenstand sorgfältigster Beobachtungen und Untersuchungen der ausgezeichnetsten Naturforscher gewesen, seit man angefangen hat, die Natur der Hochgebirge zu studiren. Vor Saussure haben sich Merian, Simler, Hottinger, Scheuchzer, insbesondere aber Gruner damit beschäftigt; nach Saussure, und besonders in neüerer Zeit, ist die Untersuchung von Kuhn, Ebel, Katterfeld, Escher (dessen Ansichten über die Bewegung bereits in einem frühern

Kapitel mitgetheilt worden sind), Kasthofer, Hegetschweiler &c. weiter verfolgt worden; vor Allen aber hat Hugi ihr auf den beschwerlichsten, in verschiedenen Jahren wiederholten Alpenwanderungen eine Theilnahme zugewendet, die unsere Bewunderung in Anspruch nimmt. Hugi hat auf den Glätschern der Schweizer Alpen ganze Wochen zugebracht und Dinge beobachtet, die vor ihm kein menschliches Auge erblickt hatte; dadurch ist er auch in den Stand gesetzt, das Beste und Vollkommenste mitzutheilen, was bis jetzt über diesen Gegenstand gesagt worden ist; wir müssen ihn daher zum Hauptführer wählen, indem wir seine Darstellung wörtlich wiedergeben.

Das deütsche Wort Firner bezeichnet die mit ewigem Schnee, der in gekörnte Masse übergegangenen, eingehüllten Berge und Gebirgsköpfe; der in den Alpen übliche und das deütsche Bürgerrecht eben so gut verdienende Ausdruck Firn hingegen bezeichnet die um das Gebirge sich anlagernde, ewige, körnige Schneemasse selbst. Weite Strecken zusammenhangender Firne, welche von ihrem untern Rande die Glätscher*) durch Bachtobel herab gegen die bewohnte Welt senden, pflegt man auch Eismeere zu nennen. Unter diesen zeichnet sich das (mer de glace) um den Montblanc, das um den Mont-Cervin und jenes um das Finsteraarhorn aus. Alle übrigen vor Savoien bis ins Tirol sind von geringerer Ausdehnung und Bedeütung und die größere Anzahl nur einzelne Firne, welche im Herabsteigen in Glätscher sich verwandeln.

*) Diese von Hugi getroffene Unterscheidung des ewigen Schnees und des Eises der Hochgebirge in Firner und Glätscher ist zur Erkennung beider, wesentlich von einander abweichenden Phänomene sehr zweckmäßig; allein sie findet sich nicht im Munde aller Alpenbewohner, die beide Erscheinungen mehrentheils Firner nennen. So die Glarner und die Älpler von Uri, welche unter Glätscher vorzugsweise das im Winter gebildete, jährlich wieder wegschmelzende Eis der höhern Regionen verstehen. Die Benennung Glätscher, oder Gletscher, welche fast durchgängig in der deütschen Schweiz gebräuchlich ist, stammt aus der keltischen Sprache. Die Glätscher heißen in Graubünden Wader (von dem romanischen Wort Vadrac abstammend, welches eigentlich Schnee bedeütet, der durch Lauinen zusammengerollt ist), in der romanischen Sprache Glacar, im Tirol Ferner, in Salzburg und Kärnthen Käs, in den italienischen Alpen Vedretto, in Savoien und der Dauphiné Glacier. Saussure macht auf den Unterschied zwischen Glacier und Glaciere aufmerksam, indem unter der letztern Benennung eine Höhle oder Grube verstanden wird, worin man das Eis, vor den Strahlen der Sonne gesichert, aufbewahrt. Die Glätscher heißen in den zwei zuletzt genannten Landschaften auch Ruize; in den Piräneen Sernelhes (spanisch) und Serneilles (französisch), im skandinavischen Gebirge auf norwegischer Seite Gykl, in Lappland Jegna, auf Island Jökul.

Die größte Anzahl von Glätschern besitzt, wol rings um seinen untern Rand, das Eismeer zwischen Grindelwald und Wallis, Hasli und Lötsch. Den Durchmesser dieser zusammenhangenden ewigen Eis- und Firnmasse schätzt Hugi auf etwa zwei Meilen (4½ Stunden) von Süden nach Norden und zu vier Meilen (8½ Stunden) von West nach Ost; die Annahme von neün Quadratmeilen (38 Quadratstunden) hält er nicht für übertrieben. Nach Ebel liegen zwischen dem Montblanc und der tiroler Gränze gegen vierhundert Glätscher, von denen äußerst wenige kleiner als eine Stunde lang, sehr viele 6 bis 7 Stunden lang und ½ bis ¾ St. breit sind. Innerhalb der angedeüteten Gränzen sind die Alpen, Ebel's Schätzung zufolge, auf einem Raume von beinahe 50 deütschen Quadratmeilen mit ewigem Schnee und Eis bedeckt.

Die Dicke der Masse ist zeither überschätzt. Hugi ist zu dem Schluß gekommen, daß die mittlere Mächtigkeit der Glätscher, d. i.: der unter die Firnlinie herabsteigenden Eismassen 80 bis 100 Fuß beträgt. Die höheren, weitere Thäler ausfüllende Firne, können im Mittel 120 bis 180 Fuß dick angenommen werden. Die Kuppen, sowie die Hangfirne, die von den Gräten herab auf die Firnmeere steigen, erreichen im Mittel ihrer Mächtigkeit kaum 40 Fuß. Freilich, fügt er hinzu, senkt sich die Masse stellenweise tiefer in wilde Gebirgsrisse und Tobel; allein andrer Seits ist längs aller Ränder die über den Fuß der Gebirge sich legende Masse weit geringer als die angegebene. Daß übrigens einzelne Stellen durch Lauinen, und ganze Firne durch schneereiche Winter mehr, als gewöhnlich, anwachsen können, braucht wol nicht erinnert zu werden.

Wenn man über die fast felsenharte, von der Sonne, dem Regen und warmen Winden wol leicht schmelzbare, aber nicht erweichbare Eismasse irgend eines Glätschers in die Hochregionen emporsteigt, so sieht man in einer gewissen Höhe über der Meeresfläche den Glätscher schnell in Firn sich verwandeln. Die Linie, wo dieser Übergang Statt findet, ist nicht mit der Schneelinie zu verwechseln, wenn man unter dieser die Höhe versteht, in welcher der Schnee im Sommer nicht mehr zu schmelzen vermag, eine Linie, welche, wie bereits früher erwähnt wurde (I. Bd., S. 209), sehr veränderlich ist. Die Linie dagegen, wo Glätscher und Firn zusammenstoßen, d. i.: die wahre Schneegränze oder die Firnlinie, wie Hugi sie nennt, fand dieser ausgezeichnete Naturforscher auf mehrjährigen Wanderungen im Berner Hochgebirg nicht nur jedes Jahr an demselben Orte auffallend sich gleich, sondern es zeigen auch sehr viele an ihr angestellte Höhenmessungen, daß sie nach jeder Richtung sich gleich bleibe, daß weder die Stellung des Abhangs der Sonne zu- oder

abgewendet, noch sonst andere Einflüsse sie zu erheben oder herabzurücken vermögen; daß sie mithin vorzugsweise durch eine bestimmte Höhe in der Atmosphäre bedingt sei. Die Messungen von Hugi sind folgende: —

Höhe der Firnlinie über dem Meere.

Berner Alpen. Lat. 46° 25′ — 46° 40′.

Nördliche Abhänge.

Grindelwaldglätscher, zwischen Wengenkopf und Schreckhorn, Lat. 46° 35′ N.	1269′
Oberhalb Rosenlaui, neben dem Tosenhorn, Lat. 46° 38′ N.	1271
Auf dem Unteraarglätscher, Lat. 46° 35′ (nach vielen Beobachtungen)	1280
Auf dem Oberaarglätscher, Lat. 46° 32′	1283

Südliche Gehänge.

Am Münsterglätscher	1280′
Vieschergläscher, 1/2 Stunde unter dem Rothhorn, Lat. 46° 30′	1281
Aletsch, zwischen dem Faul- und Aletschhorn, Lat. 46° 25′	1282
Am Lötschglätscher, Lat. 46° 28′, ungefähr	1283
Am Tschingel, Lat. 46° 28′	1282
Im Gaster, Lat. 46° 26′	1276

Diesen Beobachtungen zufolge läßt sich im Allgemeinen annehmen, daß im Berner Oberlande der Firn bei 1265′ Höhe beginne und man bei 1285′ gänzlich in seiner Region sich befinde.

In den Penninischen Alpen scheint die Firnlinie schon etwas höher zu steigen; am Gries wenigstens und an den Kämmen des Binnenthals, Lat. 46° 20′ bis 25′ N., liefern die Beobachtungen fast eine Höhe von 1300′ für jene Linie.

Wo die Firne ihren tiefsten Punkt haben, da ist der höchste Punkt der Glätscher. Einige von diesen liegen in bedeutenden Thälern, füllen selbige aus, steigen weit empor in das Innere des Firnmeers und senken zugleich sich tief herab zur untern Welt. Hugi hat folgende Messungen über die untere Glätschergränze in dem von ihm vorzugsweise untersuchten Alpengebiet angestellt: —

Höhe der untern Glätschergränze über dem Meere.

Berner und benachbarte Alpen.

Untere Grindelwaldglätscher; — zwischen dem Eiger und Mettenberg senkt er sich Anfangs sanft, dann aber in äußerst wilden Formen herab unter das Dorf Grindelwald zu einer absoluten Höhe von	533′
Obere Grindelwaldglätscher; — er ist ebenfalls zerrissen und wild, erreicht aber mit seiner untern Gränze kaum die Höhe von . .	666
Rosenlauiglätscher; — zwischen das Well und Stellihorn eingeengt, steigt er jäh und geht bis	800
Gauliglätscher, Ausgang gegen das Urbach=Thal	833
Unteraarglätscher; — theilt sich oben in den Lauter= und Finsteraarfirn und steigt sehr sanft herab bis	955
Oberaarglätscher; — kommt jäh zwischen den Strahlhörnern und dem Zinkenstock herab, ohne jedoch über Felsen sich zu stürzen, und endet in	1166
Viescherglätscher; — er drängt sich in den wildesten Formen herab und liegt mit seinem Ausgange in einer Höhe von	692
Großaletschglätscher; — er ist unter allen der größte und steigt sehr sanft an. Seinen Ausgang hat Hugi nicht besucht; er scheint so hoch zu liegen, wie der des Viescherglätschers, mithin etwa	690
Lötschglätscher	966
Tschingelglätscher } von jenen Hauptmassen abgesondert . . .	925
Gasternglätscher } von jenen Hauptmassen abgesondert . . .	890
Rhoneglätscher, südlich } von einem eigenen Firnmeer ausgestoßen	916
Steinenglätscher, nördl. } von einem eigenen Firnmeer ausgestoßen	990

Andere Glätscher sind nicht in eigentliche Thäler eingeschlossen, die vom Innern der Firnmeere allmälig sich bis zur bewohnten Welt senken; sondern sie füllen mehr jäh herabsteigende Gebirgstobel aus, welche von den wildesten Gräten in die Tiefe stürzen und über den höchsten Alpweiden sich wieder verflächen. Diese kleinern, in Verbindung mit jenen großen Glätschern, bilden Saussure's erste Klasse der Glätscher. Die Glätscher seiner zweiten Klasse sind nicht in Thäler eingeschlossen, sondern dehnen sich auf flachen Halden oder Abhängen der hohen Gräte aus; in den Berner Alpen sind sie weniger zahlreich als die der ersten Klasse und steigen in der Regel gar nicht, oder nur wenig unter 1160′ herab. Wir sehen also, daß die untere Glätschergränze im Berner Oberlande zwischen 533′ und 1166′ schwankt, mithin einen Spielraum von 633′ hat.

Hegetschweiler hat die scharfsinnige Bemerkung gemacht, daß je tiefer die Glätscher ins Thal gehen, desto höher die Berge seien, von denen sie herkommen. So ist nach seinen Beobachtungen in dem, auf der Gränze von Glarus, Uri und Bünden emporstrebenden Tödigebirge, der Ausgang oder die Mündung des Biferten-Glätschers (hier Firn genannt) 816ʹ über dem Meere, und der Bifertenstock, von dessen Firn (Schneefelde) er herabzieht, ungefähr 1666ʹ; alle Mündungen um den Clariden-Glätscher gehen nicht unter 1000ʹ, aber die sie erzeügenden Hörner nicht über 1500ʹ; blos der Hufi-Glätscher, ebenfalls ein Auslauf des Clariden, geht tiefer als 1000ʹ gegen das Kerstelenthal, er kommt aber auch von dem gegen 1670ʹ hohen Hufistock und dem noch höheren Scheerhorn her. Der Kistenglätscher geht nur bis 1330ʹ, aber der Grath, von dem er stammt, ist auch nur 1430ʹ hoch. In der That wird diese Bemerkung durch die Wahrnehmungen von Hugi bestätigt. So finden wir, daß der Untergrindelwaldschlächter, der am tiefsten herabsteigt, von dem höchsten Gipfel der Berner Alpengruppe stammt, dem Finsteraarhorn nämlich, welches 2205ʹ,₆ (nach Tralles, 2196ʹ nach Frei) hoch ist, dagegen korrespondirt die Mündung des Oberaarglätschers, diejenige, welche am höchsten hinaufsteigt, mit der Höhe des Glätscherjochs zwischen dem Oberaar- und dem Kastenhorn, und diese beträgt nach Hugi's Messung 1670.

Kehren wir zur Firnlinie zurück, um noch einige Betrachtungen über dieselbe anzustellen, so hat man neüerlich über die Richtigkeit der Hugischen Angaben Zweifel erhoben, dabei aber nicht erwogen, daß diese Linie in einem und demselben Gebirge, sogar auf kleinen Raümen, großen Schwankungen ausgesetzt ist (I. Bd., S. 208, 209). Während die Höhe und der Umfang des Berner Hochalpen-Plateaus und die Masse seiner Schneefelder die Firnlinie auf etwa 1275ʹ herabdrückt, bringen die viel isolirtern Gipfel der Glarner Alpen die Erscheinung hervor, daß in Höhen von 1410ʹ nur an schattigen Stellen ewiger Schnee liegt, besonders in heißen Sommern, wie der von 1834, während dessen Oswald Heer diesen Theil des Alpenlandes besuchte. Machte doch schon Wahlenberg auf diese Verhältnisse aufmerksam, und später v. Welden, dieser kühne Wandrer durch das ganze Alpengebiet von seiner östlichsten bis zur westlichsten Schranke. So groß am Monte-Rosa, bemerkt er, die Höhe der Glätscher auch ist, so tief sie auf allen Seiten in die Thäler hinabziehen, so ist doch die Schnee- (d. i.: Firn-) Linie an der mittäglichen Seite des Monte-Rosa auf 1583ʹ zu setzen (Parrot erhöhte sie um 27ʹ). Bis zu diesem Punkte steigt sie von Osten her, längs der Südseite der Alpenkette, folgender Maßen: — In den steierischen und salzburgischen Alpen steht

sie 1330' über dem Meere, im südlichen Tirol 1370', längs des Veltlin und am obern Theil des Comer-Sees 1410', gegen den Gries und den Simplon 1430' *), und steigt nun zu der vorhin angegebenen Höhe am südlichen Fuß des Monte-Rosa; in Savoien endigt sie mit 1466'. Ich kann mir, fügt Welden hinzu, diese bedeütenden Differenzen nur durch die freie, ganz gegen Mittag gewendete Lage des Monte-Rosa erklären, während in Ost und West ganze Reihen vorliegender Gebirge, die staffelartig bis in die entfernten Gegenden fortziehen, den Zugang der Wärme beschränken. — Doch, wir kehren zu unserm Führer Hugi zurück.

Wer von der Mündung eines Hauptglätschers über die Eismasse emporsteigt bis zur Firnlinie, dann von dieser bis zu den höchsten Firnkämmen und von Stufe zu Stufe die Masse genau untersucht, der sieht zunächst folgendes als Thatbestand: —

Haüfig reißen vom untern Ausgang eines Glätschers, oder auch höher, von seinen Rändern einzelne Massen sich los und stürzen herab auf freien Boden. Liegen solche Eisklumpen dem Strahle der Sonne ausgesetzt, in erhöhter Temperatur, so schmelzen sie nicht wie sonst das Eis zu schmelzen pflegt, sondern sie lockern zuerst durch und durch sich auf, wenn sie nicht allzugroßen Durchmesser besitzen. Fragmente dieser Art sind zur Untersuchung der Glätschermasse, noch mehr aber zu jener über ihre Schichtung nicht ohne Wichtigkeit.

Die Glätschermasse ist auf ganz eigenthümliche Weise aus Kristallen zusammengefügt, die vor dem Auflösen der Gesammtmasse so in ihrem Gefüge gegen einander sich auflockern, daß nicht nur die erwähnten Fragmente, sondern auch oft die Ränder der Glätscher in bedeütender Masse beweglich sind. Auch bei dem lockersten Zusammenhange der Kristalle und ihrer Beweglichkeit gegen einander, fallen sie doch nicht auseinander; ja, es bedarf bedeütender Gewalt, einen Kristall aus der Masse zu trennen, und ohne ihn zu brechen, wird man kaum seine Absicht erreichen. Denn die Kristalle, welche mehrentheils 1 bis 2 Zoll Durchmesser haben, sind gleichsam nach allen Lagen und Richtungen gelenkförmig in einander gehängt, und jeder hilft seinen Nachbar in die Masse einkeilen. Ist aber erst Ein Keil herausgehoben, so kann man sehr leicht nach und nach die ganze Masse abtragen. Auch zerfällt die Masse, wenn einige Kristalle aus der Verbindung gehoben, meist von selbst in Haufen. Der Form

*) Ich erinnere daran, daß die Südseite gemeint ist, Hugi's Angabe für den Gries und die benachbarte Gegend bezieht sich auf die Nordseite.

nach sind die Kristalle mehr länglich als kubisch und haben sehr oft auf einer Seite, selten beiderseits, einen großen Gelenkkopf mit unbestimmten Flächen und Winkeln. Alle Außenflächen der Kristalle sind rauh, warzig und gefurcht; ein bestimmtes, inneres, kristallinisches Gefüge vermochte Hugi nicht auszumitteln. Nur an abgerissenen Massen und den Kanten, nicht aber im ebenen Zusammenhang der Glätscher, pflegen die Kristalle sich auseinander zu lockern.

Wenn man die dem Felsboden zugewendete Fläche eines Glätschers untersucht, so sieht man die fortwährend unten abschmelzende und gewölb- oder kuppelartig ausgemuschelte Unterfläche (denn die Glätscher ruhen nur mit einzelnen Fußgestellen auf dem festen Gestein) sehr glatt, doch ausgezeichnet netzartig von den Fugen der Kristalle umstrickt, ohne daß jedoch die Masse um diese Fugen tiefer als die Festmasse der Kristalle eingeschmolzen wären.

Die aüßere Oberfläche der Glätscher dagegen ist sehr rauh, so daß es scheint, die Masse schmelze vorzüglich leicht um die Fugen der Kristalle, oder diese drängen aus der Gesammtmasse sich empor. Das Innere der Glätschermasse, so wie das Aüßere an Stellen, wo nur niedrige Temperatur herrscht, oder auch nach einer sehr kalten Nacht, zeigt erwähnte Kristallformen nur sehr unbestimmt, oder auch stellenweise gar nicht und nähert sich dann kompaktem Eise. Gießt man gefärbte Saüren oder Weingeist auf, so wird die Masse schnell zellgewebeartig von der Farbe durchstrickt, und trägt man Salze auf, beginnt die Masse zu knistern, und es zeigen sich bald die Umrisse jener Kristallformen im Aüßern.

An Blasenraümen fehlt es dem Glätschereise eben so wenig als dem gewöhnlichen; auch fand sie Hugi, wenn sie pfriemförmig waren, beim Schmelzen des Eises unter Wasser ohne luftigen Inhalt, da die mehr gerundeten ohne Zuspitzung, die jedoch sehr selten sind, auch einzeln unter Wasser mit einer Nadel geöffnet, oder beim Schmelzen luftige Formen geben. Weit reicher an luftförmigen Stoffen, an atmosphärischer Luft wahrscheinlich, ist die Masse des Firns. Die enthaltene Luft scheint dort manche Metamorphosen zu bedingen. Der Firn steht in vorzüglicher Wechselwirkung mit der Atmosphäre, und wie er jede Luft ausgeschieden, oder in Festmasse umwandelt, ist er zugleich in Glätscher übergegangen. Die pfriemförmigen Blasenräume kehren die Spitzen immer nach unten und den abgerundeten Kopf nach oben, ein Verhältniß, welches für die Entwickelung der Masse eben so bedeütend sein dürfte, als daß sie luftleer sind.

Die Glätscherkristalle, oder, wenn man will, die Glätscherkörner,

sind am größten an der Mündung der Glätscher, und zwar um so größer, je größer die Ausdehnung des ganzen Glätschers ist; steigt man auf ihm in die Höhe, so steht man das Glätscherkorn allmälig kleiner werden. Es bleibt sich an der obern sowohl als untern Fläche, so wie in der Masse ziemlich gleich, da wo der Glätscher im Thale aufhört; wenn man hingegen der Firnlinie sich nähert, so sehen wir das Korn von der obern nach der untern an Größe ebenfalls zunehmen, und gräbt man etwas oberhalb der Firnlinie die Firnmasse auf, so finden wir diese schon in einer Tiefe von wenigen Fuß glätscherartig werden, in einer Höhe aber von etwa 2000' erst in den untern Schichten. Diese Thatsachen werden weiter unten den, schon von Saussure, obschon nicht so bestimmt ausgesprochenen Schluß rechtfertigen helfen, daß alle Glätschermasse als feinkörniger Firn in der Region des ewigen Schnees und zwar auf der Außenfläche entstehe; daß dann, wie im Lauf der Jahre die Masse zu Thal sich senkt und zugleich durch unteres Abschmelzen dem Grunde oder der Unterfläche sich nähert, jedes einzelne Korn an Umfang gewinne, und daß dadurch die thatsächliche Ausdehnung der Glätscher nach allen Richtungen theilweise bedingt werde.

Die einzelnen Krystalle und einzelnen Glätscherfragmente sind immer weiß und hell, und erst dann tritt eine Färbung ein, wenn die Masse im Zusammenhang betrachtet wird. Stufenweise und mit zunehmender Mächtigkeit hebt sich das Blau hervor, das vom zartesten, kaum merkbaren Himmelblau durch sanftes Smalteblau bis zum ausgezeichnetsten Lasur fortschreitet. An einigen Glätschern mischt sich in das Lasur ein sanftes Meergrün, das nicht selten über das erste vorherrscht. Die Farbenseite, vorzüglich in den untern Klüften und Spalten, wo der Glätscher im Abschmelzen begriffen, ist so rein und ausgezeichnet, daß sie sich nur bewundern, nicht aber beschreiben und nachbilden läßt. Wie die Glätschermasse zur Firnlinie emporsteigt, verschwindet allmälig jene ausgezeichnete Farbenseite, bis sie im Firn selbst mit mattem, kaum und ohne Zartheit ins Blaue spielendem Weiß aufhört. Auch diese, die Farbe des Firns, ist nicht ohne Bedeütung und zeigt wenigstens in ihrer Aufstufung zu jenem schönen Lasur, wie im fortgesetzten Entwickelungsgang der noch ohne bestimmte Ordnung zusammengehaüfte und zusammengefrorene, viel Luft enthaltende Firn allmälig zu regelmäßiger Glätschermasse sich füge, die nun, ohne jene beigemengten Luftstoffe, als mehr selbstständige gleichartige Masse auftritt.

Mit besonderer Vorliebe hat man vor Hugi's Untersuchungen die sehr alte Meinung, daß die Glätscher zunehmen und gegen die tiefern

Thalregionen herabsteigen, besprochen und dabei im Wesentlichen zwei Ansichten über die Ursache der letztern Erscheinung aufgestellt. Die einen lassen die Glätscherschründe sich mit Wasser füllen, selbes gefrieren und dadurch die ganze Masse vorschieben; Andere dagegen lassen die Glätscher an ihrer Unterfläche abschmelzen und dann mechanisch durch eigene Schwere sich thalwärts schieben.

Man hat behauptet, daß von den höchsten Hörnern und Gräthen ungeheüre Schneelasten als Lauinen herabstürzen, die obern Glätscher (Firne) belasten und so zum Hinabdrücken der Glätscher beitragen. Aber Hugi bezweifelt die Möglichkeit dieser Erscheinung. Die Lauinen, sagt er, sind nur in tiefern Regionen um die Gränze der Holzvegetation zu Hause (s. weiter unten das 39. Kapitel), von wo sie durch die Tobel hinab in die Tiefe sich stürzen. Die höchsten Kämme und Hörner erheben sich über die gewöhnliche Gränzlinie der Wolken, die für den Cumulus oder die Haufenwolke in den Alpen etwa 1800' hoch liegt. Zudem sind in einer absoluten Höhe von 1600' bis 2200' die Wolken nicht mehr geneigt, in großen Flocken sich niederzuschlagen und bedeütenden Schnee zu legen, was in tieferer und dunstreicherer Atmosphäre zu geschehen pflegt. Alles Schneien in jenen Hochregionen betrachtet Hugi als ein trocknes krystallinisches Schneestöbern; so oft er in jenen Regionen vom Schnee überfallen wurde, oder auf frischem wanderte, fand er dieses bestätigt. Mit der Tiefe nahmen jedesmal die Flocken, so wie die Gesammtmasse zu, bis sie an der Gränze der Holzvegetation schnell aufhörte. Auch scheint, nach manchen Andeütungen zu schließen, nur im Frühjahr und Herbste in jenen Höhen sich Schnee zu zeigen, der Winter dagegen nicht geneigt dazu zu seyn. Die größte Schneemenge legt sich, wie bemerkt, um die Gränze der Holzvegetation. Nach der Höhe zu nimmt sie dann weit mehr ab als nach der Tiefe; darum sind auch die Hochfirne so wenig mächtig, da sie wegen des sehr geringen Schmelzens sonst ungeheüer anwachsen müßten; daher sind auch die Lauinen den Hochregionen fremd.

Es ist eine alte Wahrnehmung, daß die Firne und Glätscher in Folge der Eigenwärme der Erde, an ihrer untern Fläche abschmelzen; nur hat man, nach Hugi, mit Unrecht behauptet, daß im Winter die Glätscher sich auf den Boden fest anschlössen und mit ihm zusammenfrören. Die Felsart und die Schichtung des Gebirgs übt auf das untere Abschmelzen einen außerordentlichen Einfluß aus; überall, wo eine zusammenhangende, wenig geneigte Felsmasse sich zeigte, sah Hugi den Glätscher mit gewaltigem Fußgestelle darauf festsitzen, das aber in Wasser

sich löste und auswölbte, sobald das Gestein lockerer wurde und die Schichtenstellung sich mehr dem Senkrechten zuneigte. Warme Luftströme aus der Erdtiefe waren nicht zu verkennen. Unter den Glätschern herrscht eine außerordentliche Feüchtigkeit, an ihrer Oberfläche dagegen eine ungewöhnliche Trockenheit, und die Masse scheint unter erhöhter Temperatur mehr in Luftform überzugehen, wofür schon die rauhe Oberfläche spricht, die man sich nicht, nach Saussure's Ausdruck, als die Eisdecke eines gefrornen Grabens oder Teichs denken darf, auf der man Schlittschuh laufen könnte! Man sieht im Strahl der Sonne den Glätscher selten so angegriffen, daß Wasser sich zu sammeln vermag; die Glätscherbächlein kommen meist vom neü gefallenen Schnee her. Fragen wir aber nun, wie diese Eisfelder der Hochgebirge, die mitten in der gemäßigten Zone, und selbst unter den Tropen eine Natur der Polarländer hervorbringen, entstehen, so giebt Hugi zur Antwort: — Der Glätscher wird nicht in der Glätscherregion gebildet, sondern als Firn in den Hochregionen geboren, und von da, unter fortwährender Entwickelung und Gestaltung seiner Masse, hinab zur untern Welt gestoßen, wo er in seiner höchsten Ausbildung zugleich seiner Auflösung entgegengeht. Diese Entstehung aus dem krystallinisch trocknen, körnigen Firn erklärt Hugi sehr befriedigend, indem er sagt: — Jedes Jahr legt (oben am Glätscher) seine neüe Schicht an, die nicht nur für sich in fortgesetzter Thätigkeit, sondern auch mit den ältern und tiefern in Spannung begriffen ist. Darin liegt der Grund des Größerwerdens der Körner, des Wachsens der Gesammtmasse, des Reißens in Schründe (Spalten) und des Ausscheidens fremder Körper.

So viel jedes Jahr die Firn= (keineswegs die Glätscher=) Masse an der Oberfläche zunimmt, eben so viel schmilzt im Durchschnitt an der untern weg; doch giebt es unbestimmte Perioden ungewöhnlichen Anhaüfens und dann wieder ungewöhnlichen Abschmelzens. Doch scheint letzteres weit gleichförmiger vor sich zu gehen, als die aüßern Anhaüfungen. Auch nach der Höhe halten die Eigenwärme der Erde und die neü erzeügte Schneemenge gleichen Schritt. In den tiefen und großen, weiten Firnthälern ist die Erdwärme am größten, nach der Höhe der Zacken und Felsgebilde nimmt sie ab. So verhält sich auch die jährliche Schneemenge.

So lange die Masse noch im eigentlichen Sinne gekörnt ist, werfen sich an der Oberfläche keine Spalten. Die erhöhte Temperatur während des Tages und im Sommer lockert die Masse leicht in allen Theilen aus einander, ohne sie zu reißen; wenn aber durch lange fortgesetzte Contraction,

Tränkung und Expansion die körnige Masse sich mehr krystallinisch zu fügen beginnt, fängt auch das einzelne Korn an flächig zu werden, sich zwischen die umgebenden Körner hinein zu drängen; mit einem Wort, jenes oben erwähnte merkwürdige Ineinanderkeilen beginnt und schreitet immer mehr fort. Das einzelne Korn fügt sich fest zur Gesammtmasse, zum Glätscher. Die erhöhte Temperatur, die Wärme, entgegengesetzt der Kälte, welche letztere alle Eisgebilde ausdehnt und größer macht, diese Wärme vermag nun das Ineinandergefügte nicht mehr in allen Theilen zu lösen, dagegen die ganze Masse, vorzüglich an der Oberfläche der Glätscher, heftig zu spannen. Endlich wird Gewalt mit Gewalt besiegt, — die Masse reißt.

Sehr schön beschreibt Hugi das Reißen der Glätscher. Als ich, erzählt er, das erste Mal auf dem Unteraarglätscher lustwandelte, hörte ich bei großer Hitze Nachmittags drei Uhr ein ganz eigenes Getöse. Kaum sprang ich ihm dreißig bis vierzig Schritte entgegen, so fühlte ich unter meinen Füßen die Masse schlagweise erzittern, und bald entdeckte ich die Veranlassung, — der Glätscher warf einen Riß! Zehn bis zwanzig Fuß rissen oft in einem Moment, so daß ich nicht nachzuspringen vermochte. Oft schien es aufhören zu wollen, und die Masse trennte sich nur langsam, dann aber warf sich erschütternd der Riß weiter. Mehrmals eilte ich voraus und legte mich dann auf den Glätscher hin. Da fuhr der Riß gerade unter meiner Nase durch, wobei die bewegte Masse mich bedeütend erschütterte, ohne jedoch das genaue Beobachten zu hindern. So folgte ich der entstehenden Spalte beinah eine Viertelstunde weit bis an den großen Guferwall, wo sie aufhörte.

Die Spalte öffnete sich beim Entstehen unter schlagweisem Zittern der Masse etwa 1½ Zoll; dann aber schloß sie sich wieder enger, so daß ihre Öffnung nirgends einen Zoll betrug. Das Innere der Spalte war rauh und uneben, ein Theil der Glätscherkrystalle entzwei gerissen, in dem ein anderer nur wenig oder gar unbeschädigt vorragte und entgegengesetzter Vertiefung entsprach. Die Spalte war nur etwa vier bis fünf Fuß tief, noch immer aber schwach und kaum merkbar im Trennen nach der Tiefe begriffen. Nach einigen Tagen hatte sie sich sechs Zoll weit geöffnet, und ihre Tiefe konnte nicht mehr bestimmt werden. Unverkennbar zeigte sich in ihr der atmosphärische Einfluß und die Wirkung erhöhter Temperatur. Eilf Fuß von ihr hatte sich eine zweite Spalte geworfen, die mit der ersten vollkommen parallel und erst sechs Fuß tief war. Diese Spalten werfen sich nur an heißen Tagen, und gern, wenn in der Atmosphäre eine Veränderung vorgehen will; vorzüglich häufig entstehen sie, wie

Lusser hinzufügt, wenn der Südwest weht, der Himmel sich trübt und Regen bevorsteht, welchen die Hirten aus dem sogenannten Brüllen der Firne mit Bestimmtheit vorhersagen. Der zuletzt genannte Beobachter sagt, daß auch bei warmem Föhnwetter (Föhn ist in der Schweiz der Name des Südwindes) das Spaltenwerfen an der Oberfläche auch bei Nacht Statt finde; Hugi leügnet dies aber, im Gegentheil sah er die Risse Nachts sich enger schließen, und eine allgemeine Wahrnehmung ist es, daß sie im Winter ganz verschwinden, wegen der durch Kälte größer gewordenen Expansion der Eiskrystalle.

Aber auch die Nacht ist die Zeit, in welcher die Thatkraft der Natur in den Glätschergebilden wirksam ist. Von unten herauf hört man ein dumpfes Getöse eigener Art, das sich durch die Krystallmasse des Glätschers der Atmosphäre mittheilt. Es entstehen Spalten an der Grundfläche des Eisfeldes, die man Nachtspalten (im Gegensatz zu den Tagspalten, den Rissen in der Oberfläche) nennen kann; denn Hugi versichert, nie am Tage das Brüllen von unten herauf gehört zu haben. Unter dem Vieschergläscher sah er eine solche Nachtspalte höchstens vier Fuß offen, und sie schien schon in einer Höhe von zwölf bis zwanzig Fuß sich auszukeilen. An der Oberfläche des Glätschers bemerkte er in jener Richtung auch nicht die geringste Spur einer ihr entsprechenden Tagspalte.

Die Tagspalten sind immer nach der Oberfläche am weitesten geöffnet; nach unten aber laufen sie keilförmig zusammen; diese Form ist immer vorherrschend, wenn auch die Masse bis auf den Grund zerrissen sein sollte. Im Hochfirn ist kein oberes Spaltenwerfen möglich; denn die Masse ist noch so unbestimmt gefügt, so wenig als Ganzes im Zusammenhange, so mit eingeschlossener Luft erfüllt, daß beim Wechsel der Temperatur keine Spannung möglich, indem die einzelnen Körner sich leicht aus einander lockern. Nur wenn die Masse tief steht, also am Boden sich glätscherartig entwickeln kann, vermögen die Grund-, oder Nacht-, oder Winterspalten von unten nach oben zu dringen. Dieses geschieht aber nur bis unter die dritte oder vierte Jahresschicht, welche dann, wenn der Schrund weit wird, als Firn einfallen, oder von der untern Luft in die Höhe gestaübt werden und das sogenannte Firn- oder Glätschergebläse hervorbringen, das einen Beweis giebt von den in und unter dem Eise stattfindenden Luftströmungen, welche die durchdringendste Kälte mit sich führen. Alle Spalten im Hochfirn sind unten an der Grundfläche weit und verengen sich keilförmig nach oben, sie sind schrecklicher als die obern Glätscherspalten, weil sie im Winter, wie auch die untern Glätscherschründe, sich nicht zuschließen. Bricht bei den letztern die Decke

zufällig ein, so stellen sie die furchtbarsten Eisschlünde dar, aus welchen der Tod dem unvorsichtigen Wanderer entgegen gähnt, und von welchen schon mancher kühne Gemsjäger verschlungen wurde. Mancher fand seinen Tod in den Tagspalten der Oberfläche, besonders, wenn selbige durch frisch gefallenen Schnee überdeckt und trügerisch verborgen waren.

Wie die Temperatur von Tag und Nacht, von Sommer und Winter einander entgegengesetzt ist, so ist auch die Wirkung dieses atmosphärischen Wechsels auf die Ober- und Grundfläche der Glätscher entgegengesetzt. Jeder Schrund reißt sich anfänglich nur schwach in die obere oder untere Fläche des krystallinischen, gespannten Eisgebildes; nur allmälig, wie er dem atmosphärischen Einflusse und der Temperatur Zugang gegen das Innere des ewigen Eises gewährt, reißt er weiter, bis er oft den ganzen Glätscher oder Firn durchdringt und dann erstaunlich weit und wild sich öffnet. Dieses findet jedoch bei fast horizontal liegenden und langen Glätschern nie Statt; es zeigt sich erst dann, wenn der Abhang sich senkt; ein Verhältniß, welches in dem größern oder geringern Widerstand begründet zu sein scheint, den der Glätscher oder Firn bei seinem Vorschieben zu überwinden hat. Da, in jenen abschüssigen Felsenthälern, durchkreüzen sich die entsetzlichsten Spalten in furchtbarem Gewühl. Zwanzig bis hundert Fuß hoch erheben sich thurmähnliche Gestalten, und maueähnliche dünne Schichten ragen zackig in die Luft, und in den manchfachsten Lagen um sie her ein Gewühl von Glätschertrümmern, gleich einer ungeheüern in Eis verwandelten Ruine. Jeden Augenblick, sagt Lusser, stürzen solche Thürme, solche Mauern und Blöcke theilweise oder ganz zusammen, und wenn die Glätschermasse am Rande eines senkrechten oder steil abgerissenen Felsens steht, so stürzen alle diese Trümmer, in die kleinsten Theilchen zerschellend, unter großem und sonderbar klingendem Getöse, gleich einem Staubbach, der Tiefe zu, — ein außerordentlich schönes, erhabenes Schauspiel!

Für die Geschichte der Glätscher sind die sogenannten Glätschertische und vorzüglich die Gufferlinien von großer Bedeütung. Die ersteren sind Steine, die auf Kegeln von Glätschermasse ruhen, und die Guffern *) zusammenhangende über die Glätscher auslaufende Schutthaufen. Die bemerkenswerthesten Erscheinungen hierbei sind folgende: —

Sind die Guffern, d. i.: die auf das Schneefeld herabgefallenen

*) Nach den verschiedenen Gegenden ist die Benennung dieser Trümmerdämme verschieden: Gandeken, Firnstöße, Ganda, Moraine (im Chamouny-Thale), Marene, Murren, Muhren (im Tirol).

Fels- und Steintrümmer, noch in der Region des Firns, so haben sie sich noch über die Firnfläche erhoben; sobald sie aber die Firnlinie überschritten und den Glätscher erreicht haben, beginnen sie über seine Fläche wallartig der ganzen Länge nach sich aufzuthürmen. Dieses Emporwachsen steigt in dem Verhältniß, in welchem der Glätscher lang und wagerecht ist, und mithin im Herabsteigen einen größern Widerstand zu überwinden hat. Gegen die Mündung der Glätscher, wo die Masse ohne Widerstand vorrückt, oder vielleicht ihre höchste kristallinische Bildung erreicht hat, sinkt die zuweilen 60 bis 80 Fuß hohe Gufferlinie schnell zur Glätscherfläche hinab; dasselbe findet bei den Glätschertischen Statt. Nie kommen in diesen und den Guffern die durch die Eigenschaft der Glätschermasse, man möchte mit Lusser sagen, durch deren Leben bedingte Spalten vor, sondern diese spitzen sich dabei aus oder beügen sich ausweichend um. Wo Sand, Schutt oder einzelne Steine auf dem Glätscher liegen und den Durchgang des Lichtes, und zum Theil auch der atmosphärischen Luft in die Masse desselben hindern, wird sich bald ein Glätschertisch oder ein Guffer bilden, dagegen organische Körper, so leicht sie auch sein mögen, in die Glätschermasse mehr oder weniger einsinken.

Wol kann man sich darüber verwundern, daß schwere, von der Sonne sogar erwärmte Steine nicht einsinken, während dies ein todtes Insekt oder ein hingewehtes Blättchen thut. Hugi's Erklärung dieser merkwürdigen Thatsache ist sehr ansprechend. Er glaubt, daß die große Ausdünstungsfähigkeit des Glätschereises, da wo der Zutritt der Luft und des Lichts durch unorganische, kompakte Körper versperrt wird, gehemmt werde, so wie nackte Felsen und große Steine an der Grundfläche der Glätscher, deren Abschmelzen durch die Erdwärme ebenfalls hindern, so daß darauf saülenartige Stützen bleiben, welche die durch Aufthauen entstandenen Gewölbe tragen. Daß aber todte und lebende organische Körper nach und nach ganz in die Glätschermasse einsinken, rühre von der allen organischen Körpern im Leben und Tode eigenen Gier Sauerstoff aufzunehmen her, wodurch derselbe als wesentlicher Bestandtheil des Eises diesem entzogen werde und das übrige als Wasserstoffgas verflüchtige, daher der einsinkende Körper auch die feinsten Spuren in der Glätschermasse zurücklasse.

Die oben genannte Hemmung der Einwirkung des Lichtes in Verbindung mit dem früher genannten Größer- oder Dichterwerden der Glätscherkrystalle in der Tiefe ist ohne Zweifel auch die Ursache des merkwürdigen Ausstoßens unorganischer Körper, welches besonders in den tiefern Gegenden, wo das Glätschereis fester und dichter wird, sehr

bemerkbar ist. Hugi hat darüber entscheidende Erfahrungen gemacht. Er vergrub mehrere Steine zehn bis zwölf Fuß tief in die Glätschermasse und fand sie ein Jahr später auf der Fläche, ohne daß der Glätscher abgenommen hatte. Ohne dieses Ausstoßen müßte die Glätschermasse durch und durch mit Steintrümmern angefüllt sein. Aber nicht der Firn, sondern der aus Firn sich bildende und dann immer sich entwickelnde Glätscher stößt aus und trägt durch diese Fähigkeit zur Erhöhung der Gufferlinien oder Gandeken bei, die den Stoff zu den an der Mündung sich fächerartig ausbreitenden Glätscherwällen liefern, nach denen das Vorschreiten und Zurückweichen der Glätscher beurtheilt wird.

Aus allem Angeführten ergiebt sich, daß die Glätscher, — nicht, wie man bisher allgemein angenommen hat, auf mechanischem Wege durch Eigenschwere und unteres Abschmelzen, sondern — durch innere Ausdehnung thalwärts sich senken, daß aber dieses durch das Schmelzen an der Grundfläche und den größern Winkel des Abhanges gegen den Horizont erleichtert wird.

Es wurde schon oben der Meinung kurz gedacht, der zufolge die Eismassen der Hochgebirge im beständigen Wachsen begriffen sein sollen; eine Ansicht, welche sich auf die Erfahrung gründet, daß manche Alpweiden, Wege, Päſſe durch Glätscher unbrauchbar geworden sind. Dieses Feld der Untersuchung ist um so mehr angebaut worden, als das Zunehmen des Eises eine allgemeine Verödung der mittlern Alpregionen herbeiführen würde, das Interesse daran also sehr lebhaft sein muß. Unter den ältern Naturforschern haben insbesondere Gruner und Saussure diesem wichtigen Gegenstande ihre ganze Aufmerksamkeit gewidmet. Letzterer sagt: Unter den Bewohnern der Alpen herrsche allgemein die Meinung, daß die Glätscher sich vergrößern, aber nicht ihrer Höhe oder Mächtigkeit, sondern der Ausdehnung nach. Es sei wahr, daß von Zeit zu Zeit neüe Glätscher an Orten, wo sie früher nicht gewesen, entstünden; leicht lasse sich das aber durch einen schneereichen Winter erklären, der einen Niederschlag liefere, welcher so bedeütend sey, daß der Schnee durch einen darauf folgenden kühlen Sommer nicht geschmolzen werden könne; wiederhole sich dieses meteorische Spiel einige Jahre hinter einander, so wären alle Bedingungen zur Erzeügung eines neüen Glätschers vorhanden, während sie gleichzeitig zur Vermehrung der alten Glätscher beitrügen; demnach die ganze Summe des Eises anwüchse. Anderer Seits aber könne es in der Folge einige Jahre nach einander geben, die sich durch eine hohe Sommer-Temperatur auszeichneten, vermöge deren die

neüen Glätscher geschmolzen und die alten in ihre gehörigen Schranken zurückgedrängt würden.

Diese Ansicht von der Periodicität im Vorrücken und Zurückweichen der Glätscher theilen mehr oder minder alle aufgeklärten Beobachter der Alpennatur: Escher, Kasthofer, deren Meinung wir schon in frühern Abschnitten (des dritten Buches) zu berühren Gelegenheit hatten; Ebel, Biselx, der Prior des Hospizes auf dem Gr. St. Bernhard, Charpentier, Hegetschweiler, Hugi. Neben jener Meinung der allgemeinen Zunahme der Glätscher ist aber auch in manchen Gegenden der Alpen der Glaube in Ansehen gekommen, daß es in dem Wachsthum und dem Abnehmen der Glätscher regelmäßige Perioden gebe. Man sagt, die Glätscher wachsen während sieben Jahren und nehmen während der folgenden sieben Jahre wieder ab, so daß sie nur erst nach vierzehn Jahren auf ihre ersten Gränzen zurückkämen. Die Wirklichkeit der Perioden ist gewiß, das beweiset die Lage vieler alter Glätscherwälle oder Firnstöße im ganzen Alpengebiet, wie auch im Skandinavischen Gebirge; wie groß aber diese Perioden seien, das läßt sich in Ermangelung genauer und vollständiger Beobachtungen nicht nachweisen; denn die historischen Denkmäler der Gandeken liegen stumm in der erhabenen Natur und bezeichnen überhaupt nur die Maxima des Vorrückens, die, nach Hegetschweilers sehr richtiger Bemerkung, eben so wenig über die absolute Zunahme des Eises entscheiden können, als der höchste Wasserstand über Zu- oder Abnahme des Volumens eines Flusses Aufschluß giebt; doch läßt sich so viel mit Bestimmtheit sagen, daß die Regelmäßigkeit der Perioden in der Einbildung besteht. Aber, fügt Saussure hinzu, wer weiß es nicht, daß die Regelmäßigkeit dem Menschen gefällt? sie scheint ihm die Begebenheiten unterthan zu machen; und diese geheimnißvolle Zahl von zwei Mal sieben Jahren, die groß genug ist, die Erinnerung von dem eigentlichen Zustande der Dinge aus dem Andenken der guten Älpler, welche kein Tagebuch darüber führen, auszulöschen, hat leicht Glauben bei ihnen finden können.

Neün und dreißigstes Kapitel.

Von den Schneestürzen oder Lauinen. Nach Art ihrer Entstehung und Bildung lassen sie sich in vier Hauptklassen zerlegen. Ein Paar Beispiele von den Wirkungen der dritten Klasse der Glätscherlauinen. Bergstürze in den alpinischen Gebirgen, erlaütert durch die Ereignisse, welche an den Diablerets und dem Ruffi-Berge, in der Schweiz, Statt gefunden haben.

Ein großes Drangsal für die Bewohner der Alpengebirge ist das Vorkommen jener entsetzlichen und außerordentlichen Naturerscheinungen, welche unter dem Namen der Lauinen oder Schneestürze bekannt sind*). So lange der Schnee nicht von den Baümen gefallen ist, muß man Lauinen befürchten, und dies dauert nach reichlichem Schneefall oft zwei, drei bis vier Tage. Ist der Schnee locker, so sind diese Schneestürze haüfiger, während Thauwetter gefährlichere Lauinen hervorbringt. Sind die Hochgebirge mit frischem Schnee bedeckt, und werden vom Winde oder einer andern Ursache kleine Schneeballen über die Abhänge der Felsen hinweggetrieben, so vergrößern sie sich zu ungeheüern Lasten und wälzen furchtbar bis in das Thal hinab; diese werden kalte und Wind-Lauinen genannt; — so sagt Ebel. Diese Vorstellung will aber Kasthofer nicht gelten lassen; sie sei, meint er, ganz irrig, und es wäre ihm, — dem allerdings genauen Alpenkenner, — ungeachtet sorgfältigen Nach-

*) Lauinen oder Lauwinen schreibt Ebel, Kasthofer dagegen Lawinen. In andern Schweizer-Mundarten werden die Schneestürze auch Laue, Lauwe, Lowen, Leüe, Lauenen, Lauele genannt; in den rhätischen und italienischen Alpen heißen sie Lavina; im Tirol, in Salzburg u. s. w. Lähnen; im Französischen und zwar in der Schriftsprache und im Munde des Gebildeten Avalanches; im Patois dagegen Levanze und Valanze. In den Piräneen nennt man sie Congères, oder Lydt de vent und Lydt de terre; in Norwegen Snee-Skred (Schneeschritt) und Snee-Fond (Schneesturz).

forschens und eigener Beobachtung, kein Beispiel bekannt, daß Lauinen, unbedeütend in ihrer Entstehung, wol gar von einem Vögelchen veranlaßt, in rollender Bewegung über schiefen Schneefeldern sich vergrößernd, und, wie Berge von Titanen geschleüdert, nach den Thälern stürzten. Bei aller Achtung vor Kasthofer, dem „Naturforscher,“ mögte man doch wol geneigt sein, die ältere Erklärung nicht ganz zu verwerfen. Warum fürchtet der Alpenwandrer jede, selbst noch so mäßige, Erschütterung der Luft, warum werden sogar die Glocken und Schellen der Saumthiere verstopft, warum beobachten die Reisenden im Himalaya, im Hindu Kusch ꝛc. das tiefste Schweigen, warum wagt es Niemand von ihnen laut zu sprechen, geschweige denn eine Flinte abzuschießen? Weil man fürchtet, dadurch einen Schneesturz hervorzubringen, und diese Besorgniß gründet sich auf Erfahrung, die, wie wir sehen, nicht allein in den eüropäischen Alpen, sondern auch in den Schneegebirgen anderer Welttheile gemacht worden ist. Und kaum ist es nöthig, auf jene fernen Gegenden der Erde zu verweisen, sehen wir nicht schon in der Ebene einen kleinen Schneeball durch fortgesetztes Rollen zu einem Schneeklumpen anwachsen?

Hugi ist, wie wir im vorigen Kapitel gesehen haben, der Meinung, daß die Lauinen nie in den höchsten Regionen vorkommen, sondern erst in der Gegend der Gränze des Holzwuchses, d. i.: auf den Alpen in einer Höhe von etwa 920ᵗ gebildet werden; dieser Behauptung widersprechen aber die Erfahrungen eines andern, tüchtigen Gewährsmannes. Nach der Art ihrer Entstehung und ihrer Ausbildung kann man sie in gewisse Hauptklassen eintheilen, deren Kasthofer vier angenommen hat, die (mit den Synonymen anderer Naturforscher, z. B. Ebel, Wyß, Lusser ꝛc.) folgende sind:

1. Staub-Lauinen (Schlag-, Wind-Lauinen).
2. Grund-Lauinen (Schloß-, Schlesen-, Roll-Lauinen).
3. Glätscher-Lauinen.
4. Rutsch-Lauinen oder Suoggischnee.

Die Staub-Lauinen entstehen, wenn die Menge gefallenen Schnee's sehr groß und der Abhang steil ist, und dann die sich losreißende Schneemasse, welche ihr Gleichgewicht verlor, theils durch ihre Lockerheit, theils durch ihr gewaltsames Anprallen an vorspringende Felsmassen zerstiebt. Diese Lauinen pflegen sich nur im Winter zu bilden, wenn anhaltend und tief gefallener Schnee nur locker zusammenhangt und auf Flächen, welche nicht zu steil sind, um der Schneedecke in großen Massen bei Windstille schwachen Halt zu geben, aber zu steil, um diesen Halt bei

heftigen Windstößen zu gewähren. Wenn die so abstürzenden Schneelasten auf tiefere fallen, reißen sie große Massen davon los und vergrößern sich, nie aber, wie Kasthofer ausdrücklich bemerkt, durch Aufrollen. Der heftige Sturz, mit welchem die Staub-Lauinen aufprallen, und die gänzliche Zerstreüung ihrer Masse setzt ein schnelles Fallen von bedeütender Höhe und über die Stufen steiler Gehänge voraus; es entsteht daher diese Art Lauinen nur in den höchsten, kältesten Abhängen der Alpen, selten nur innerhalb der Vegetationsgränze. Sie sind sehr gefürchtet, weil sie plötzlich aus unerstiegener Höhe herabfallen, und wirken weniger schädlich durch ihre Masse als durch die Elasticität der Luft, welche unter der schnell fallenden Masse auf eine fürchterliche Weise zusammengepreßt wird und an den Seiten entweicht. Die Wirkungen dieser Lufterplosionen in der Nähe der Staub-Lauinen sind in der That ungeheüer, die Kraft derselben ist hinreichend, große Felsstücke loszubrechen, ganze Wälder mit der Wurzel aus dem Boden zu reißen und Haüser, wie Spreü, durch die Lüfte zu schleüdern. Glücklicher Weise kommen sie nicht alle Jahre vor, auch dringen sie nicht in die tiefen bewaldeten Thäler ein.

Grund-Lauinen sind von den vorigen dadurch verschieden, daß die ganze Schneedecke eines Abhanges zusammenhangend herunter gleitet. Zu ihrer Erzeügung muß der Abhang weniger steil, die Höhe desselben weniger groß sein. Sie entstehen fast nie im Winter, fast immer im Antritt des Frühjahrs, wenn der Schnee zu schmelzen beginnt und in den kalten Nächten durch eine Eisrinde zusammengebacken wird, während durch die von den Höhen rinnenden Schneewasser der Zusammenhang der Schneedecke mit der Unterlage aufgelöst und schlüpfrig gemacht wird. Da der Fall dieser Lauinen weniger hoch ist und die Zeit ihres Abschlüpfens mit der Richtung, welche sie nehmen werden, meist vorhergesehen werden kann, so sind sie minder gefährlich, denn sie üben keinen bedeütenden Luftdruck aus; allein die Masse, welche sie schütten, ist oft ungeheüer und wird sehr lästig, indem sie große Wiesen und Wälder bedeckt, das Klima ihrer Umgebungen wesentlich verschlechtert und oft nach mehreren Jahren erst völlig wegschmilzt; sie sind um so lästiger, da sie besonders an den sanfteren Hängen der tieferen Alpenthäler vorkommen und sich jährlich herrschend wiederholen.

Glätscher-Lauinen bilden sich weniger durch den Schnee als durch den Einsturz von Glätschermassen mit ihrer Decke von Schnee, Steinen, Felsmassen u. s. w. Wenn die Glätscher im Vorrücken auf eine steile Unterlage stoßen oder durch eigene Schwere in großen Massen zerbersten,

fallen große Fragmente herab und werden im Sturze zerschmettert. Diese Art von Lauinen wird besonders gefährlich, wenn sie von Felswänden, die über tiefe Thäler vorragen, herabstürzen; dann sind ihre Verwüstungen, theils durch die größere Schwere und Mächtigkeit der Masse, theils durch den beim Sturz entstehenden Luftdruck ungeheüer. Eine der außerordentlichsten derselben ereignete sich am 27. December 1819 im Visper-Thale (einem südlichen Nebenthale des Wallis, welches schon in früheren Zeiten, 1636, 1736 und 1786, ähnliche Vorfälle erlitten hat) und zerstörte das Pfarrdorf Randa. Aus der Beschreibung von Venetz geht hervor, daß von der mit Glätschern bedeckten, steilen, 1500′ hohen Wand des Weißhorns, ein Theil des Glätschers aus dieser außerordentlichen Höhe donnernd herabbrach und mit Glätscherschutt, Eis und Steinen in dem engen Thale eine Fläche bedeckte, welche 2400 Fuß mittlere Länge, 1000 Fuß Breite und durchschnittlich 150 Fuß Höhe hatte. Bei dem Aufprallen dieser Lauine auf die tiefer liegenden Felsenmassen, enstand ein heftiger Windstoß, welcher die verheerendsten Wirkungen ausübte und die von der Glätschermasse selbst unberührte Ortschaft Randa zerstörte; die Gewalt war so groß, daß Mühlsteine mehrere Klafter weit bergan geworfen wurden. Eisblöcke von vier Kubikfuß schleüderte sie eine halbe Stunde weit über das Thal weg und warf die Balken vieler Gebaüde eine Viertelstunde über das Dorf hinauf in den Wald, brach die Spitze des steinernen Kirchthurmes ab 2c. 2c.

Eine andere nachtheilige Wirkung dieser Lauinen besteht darin, daß sie zuweilen durch ihren Sturz die Thäler zudämmen und Seen aufstauen, welche, wenn sie genug angewachsen sind, die Dämme durchbrechen und im plötzlichen Sturze Alles, was im Wege liegt, mit sich fortreißen. Eines der schrecklichsten Ereignisse dieser Art trug sich den 16. Juni 1818 im Bagne-Thale zu; dieses Thal war im Frühling des genannten Jahres durch einen wiederholten Einsturz des benachbarten Getroz-Glätschers in seinem obersten Theile verschlossen und der schmale Ausgang, den die Dranse seit Jahrtausenden sich gegraben, verstopft worden; es entstand dadurch ein See von 10,000 Fuß Länge, 700 Fuß Breite und 200 Fuß Tiefe. Um dem drohenden Unglück abzuhelfen, wurde eine Gallerie durch den 3000 Fuß dicken und 400 Fuß hohen Eisdamm gebrochen, und der See fing am 13. Juni an ruhig dadurch abzulaufen. Bis zum 16. hatte er schon um ein Fünftheil seiner Fläche abgenommen; aber um 4½ Uhr Abends an demselben Tage durchbrach die Gewalt des Wassers den Damm auf der östlichen Seite, die ganze Wassermasse stürzte plötzlich los, zerstörte alle Orte des Thales und richtete noch in Martinach im

Rhonethale ungeheüre Verwüstungen an; sie glich in ihrem Fortschreiten einem dicken Brei von Felsstücken, Eismassen, Baümen 2c., welche fürchterlich prasselnd einen Weg von zwölf bis dreizehn deütschen Meilen in 5½ Stunden zurücklegte, bei einem Falle von 698' (nach Angelin). Die Kraft des Druckes, welche dieselbe ausübte, riß in Thalverengungen ganze anstehende Felsen weg; Lärchenstämme von 50 Fuß Länge, 5 Fuß Dicke waren dadurch wie Ruthen zusammengebogen und ihre Fasern wie Seile gedreht worden, und noch in der Ebene von Martinach fand Escher einen Granitblock von 10,000 Kubikfuß Inhalt aus den Alpen herausgeschleüdert; besonders gräßlich ist die Schilderung, welche Charpentier von diesen Wirkungen entwirft; sie drohen sich zu wiederholen, und man sucht erneüeten Schaden durch künstliche Hülfsmittel abzuwenden.

Der sogenannte Suoggischnee*) oder die Rutsch-Lauinen endlich sind solche, bei denen die Schneemasse auf sehr flach geneigter, schlüpfrig gewordener Oberfläche des Bodens allmälig und stoßweise abgleitet, so daß sie hinter jedem entgegenstehenden Gegenstande sich anhaüft und still steht, bis er dem Drucke weicht oder der Schnee sich an ihm zertheilt. Sie sind in Größe und Wirkungen die unbedeütendsten von allen Lauinen und entstehen besonders im Frühjahr, wenn schnelles Schmelzen des Schnee's den Boden schlüpfrig macht an den sanften Abhängen auf der Sonnenseite der milderen tiefen Alpenthäler.

Aber nicht bloß stürzende Schneelasten sind ein karakteristisches Merkmal der alpinischen Gebirge; auch der starre Fels, der für Ewigkeiten gebaut zu sein schien, setzt sich nicht selten in Bewegung und bildet das schrecklich erhabene Phänomen der Bergfälle oder Bergschlipfe, wohin auch die in der Schweiz sogenannten Rüfe, Ryffenen oder Ribinen gehören.

Wenn Berge, — sagt Hr. von Hoff, dem wir wörtlich folgen, — aus verschiedenartigen Steinlagen so zusammengesetzt sind, daß die oberste oder aüßerste dieser Lagen, oder die in derselben entstandenen Spalten den Flüssigkeiten den Durchgang bis zu einer darunter liegenden Schicht gestatten, und diese letztere leichter zerstörbar ist als die obere; so kann es geschehen, — und geschieht vornehmlich dann, wenn die Schichten nicht wagerecht liegen, sondern eine geneigte Lage haben, — daß die untere Schicht früher zerstört wird als die obere, und daß ihre aufgelösten Bestandtheile vom Wasser durch Klüfte in das nächstliegende Thal abgeführt werden. Dadurch aber verliert die obere Schicht ihre Grundlage oder wenigstens

*) Suoggen, sprich Suggen, heißt in der Mundart des Berner Oberlandes langsam gehen, schleichen.

mehrere ihrer Stützpunkte und sinkt auf die untere Schicht nieder. Ist die Neigung dieser untern Schicht nur gering, so kann es bei diesem Niedersinken bleiben, und der ganze gesunkene Boden wird vielleicht an seiner Oberfläche keine beträchtliche Zerstörung erleiden. Ist aber die unterliegende Schicht stark gegen den Horizont geneigt, so gleitet die obere niedersinkende Schicht auf der geneigten Fläche abwärts, und bei einer irgend beträchtlichen Höhe erfolgt dieses mit Beschleünigung der Bewegung, wobei gewöhnlich der abgleitende Theil zertrümmert wird und die nächste Tiefe, die sein Fall erreicht, mit seinen Trümmern überschüttet. Es kann auch der Fall vorkommen, daß die obere Schicht in sich selbst ein ungleiches Gefüge hat, in welchem einzelne Theile leichter, andere schwerer zerstörbar sind. In diesem Falle bildet die Zersetzung, da wo sie schneller vorschreitet, Höhlen und Klüfte, die sich allmälig vergrößern und zu beträchtlichen Spalten werden können. Diese füllen sich mit dem Wasser des Luftkreises, dessen Druck, und insbesondere dessen Gefrieren, dahin wirkt, die Wände der Spalten mehr und mehr aus einander zu treiben. Dadurch können einzelne oft sehr große Stücke der so zerklüfteten Felsmasse so weit auf die Seite getrieben werden, daß, wenn sie einen steilen Bergabhang bildeten, ihr Schwerpunkt über ihre Grundfläche hinausgerückt wird und sie in die Tiefe stürzen müssen.

Man hat, — bemerkt Hr. von Hoff weiterhin, — die Bergschlipfe zuweilen als Folgen von Erdbeben betrachtet; aber, obgleich auch Erdbeben solche Einstürze hervorbringen können, so erfolgen sie doch schon allein aus den oben erwähnten Ursachen und in den meisten Fällen ohne alles Erdbeben. Denn die Erschütterung des Bodens in der nächsten Umgebung, die wol durch den plötzlichen Fall einer großen und schweren Masse von einer bedeütenden Höhe herab verursacht werden und oft sehr fühlbar sein kann, ist nur mechanische Wirkung des Stoßes von außen und kann nicht zu den wahren Erdbeben gerechnet werden, insofern diese die Wirkung einer Thätigkeit im Innern der Erde sind. Die Bergfälle ereignen sich auch nicht blos in Gegenden, die man als den Erdbeben unterworfen kennt, sondern überall wo die Lage und Beschaffenheit der äußern Theile des Bodens sie begünstigt; die Erdbeben sind von dieser äußern Beschaffenheit ganz unabhangig. Bergfälle ereignen sich in den höchsten Gebirgen, in denen das Hervorragen der Berggipfel in die Schnee- und Eishöhe des Luftkreises dieselben schleünig vorschreitender Zerstörung aussetzt. Aber es erfolgen auch Bergfälle an niedrigen Punkten, und selbst an nicht ganz steilen Anhöhen, wenn die schichtenförmige Bildung der Erdrinde die oben angegebene Beschaffenheit hat.

Von den Erdschlipfen und Erdlauinen, nach dem Ausdruck der Urner Brüche und Ribinen, ereignen sich, wie Lusser bemerkt, erstere vorzüglich bei anhaltendem Regenwetter, und ganz besonders, wenn es bei lauwarmem Südwest mehrere Tage auf den mit Schnee bedeckten Boden regnet. Vorzugsweise sind denselben die steilen, lehmigen Berghalden ausgesetzt, weil das Wasser sich zwischen der Dammerde und dem Lehm sammelt, erstern aufbläht und dann überwirft. Fallen solche Schlammströme in die Bäche, oder spült bei heftigem Gewitterregen das von dem Felsen abprallende Wasser eine Menge Erde, Steine ꝛc. von den Bergwänden in die Vertiefungen und Rinnen, und hemmt der Schutt den freien Abfluß des Wassers, so bricht dies mit Gewalt den hindernden Damm und schiebt denselben mit Allem, was im Wege liegt, knarrend und tosend vor sich her, sucht sich neüe Bahnen und übersäet und verwüstet die schönsten Matten und Gärten auf viele Jahre, oft für immer. Aber verheerender und furchtbarer und in ihrem Erscheinen plötzlicher sind die Bergstürze.

Ereignisse dieser Art sind nicht selten, wie man aus den, von dem gelehrten Geschichtschreiber der Veränderungen der Erdoberfläche mit gewohnter Vollständigkeit gesammelten Nachrichten ersehen kann. Die Naturkräfte, welche auf diese Weise die Erdoberfläche umzuformen streben, wirken auch unter unsern Augen; so berichten die Tagesblätter in dem Augenblick, wo wir diese Zeilen niederschreiben, von einem zu erwartenden Bergsturz in den Bündner Alpen, die, wie das gesammte Alpengebiet, sehr oft der Schauplatz dieser gewaltigen Naturerscheinungen gewesen sind. Wir beschränken uns auf ein Paar Beispiele, deren ausführliche Erörterung die Beschaffenheit des Phänomens und die furchtbaren Folgen, welche es mit sich führt, näher darlegen wird.

Fast auf dem westlichen Ende der, von Studer, nach einem ihrer höchsten Hörner „Gebirgsmasse des Wildhorn" genannten nördlichen Schweizer-Kalkalpen erhebt sich, an der Gränze des obern Gironthals im waadtländischen Distrikt Aigle und des Lizernethals im Walliser Zehnten Conthay eine breite, mit den Eisfeldern des Glacier de Champ Fleuri bedeckte Hochebene, deren Scheitel mit den Diablerets oder Teüfelshörnern gekrönt ist. Diese Alpenhörner, welche sich zu einer Höhe von 1614' erheben *), sind im achtzehnten Jahrhundert zwei Mal der Schauplatz

*) Die Höhe der Diablerets wird sehr verschieden angegeben. Die obige Angabe (9682 paris. Fuß) wiederholt Studer, und sie ist unstreitig die richtigste; sie rührt von Wild her. Müller hat 9967, Tralles 9570 Fuß. Malten, dem man

ungeheürer Bergstürze gewesen. Wenn man aus der Tiefe des auf der Südseite liegenden Cheville-Thals das Auge emporhebt, so sieht man sich von einer Kette von Felsen beherrscht, die eben jene Diablerets sind. Dieser durch tiefe Ausschnitte von einander getrennter und von der andern Seite durch die Last unermeßlicher Glätscher gedrückten Massen sind dermalen nur noch drei. Zu Anfang des achtzehnten Jahrhunderts waren es vier, und in älteren Zeiten ohne Zweifel noch mehrere; denn rund um sie her verkündigt Alles öfters wiederholte Zerstörungen. Furchtbare Bergstürze, sagt Studer, haben den südlichen Fuß, zunächst an Cheville, mit weit verbreiteten Trümmerhalden bedeckt, zwischen welchen nur mit Mühe der Gebirgsweg, der von Bex nach Sitten führt, sich durchwindet, und weite Spalten in der Höhe drohen neüe Verwüstung. Unter dieser gefährlichen Felswand geht am Mont Voyé Gips zu Tage, und nicht ohne einige Wahrscheinlichkeit mag dem ungeheüern Druck auf diese leicht zerstörbare, oder vielleicht jetzt noch einer innern Bewegung unterworfene Grundlage die Spaltung und das allmälige Einstürzen der Diableretsgipfel zugeschrieben werden.

Die erste Katastrophe, von der uns die Geschichte eine genaue Beschreibung überliefert hat, fiel im Jahre 1714, die zweite fünf und dreißig Jahre später vor. Wir folgen bei der Darstellung dieser schauerlichen Ereignisse dem Bericht von Bridel, der sie in einer sehr selten gewordenen Schrift niedergelegt hat *).

Mehrere Tage vor der Katastrophe von 1714 ließ sich ein von der innern Gährung des Gebirgs veranlaßtes unterirdisches Getöse hören. Hirten und Heerden hatten Zeit sich zu entfernen; die meisten thaten es auch, jene hingegen, welche zurückblieben, wurden das Opfer ihrer Saumseligkeit. In dem Augenblicke, wo eine der vier gewaltigen, zahnähnlichen Bergspitzen (dents) ins Thal stürzte, zitterten alle umliegende Orte; ein dichter Rauch stieg empor, der eigentlich nichts anderes war, als der Staub, den das Reiben der losgewordenen Felsblöcke verursachte, von welchen manche erst in einer Entfernung von mehr als zwei Stunden von ihrer ursprünglichen Stelle liegen blieben. Sah man, wie man sagt, Feüerfunken dabei, so ist dies nicht die Erscheinung eines Vulkans gewesen, sondern nur das Anprallen der Pyriten (des Eisenkieses.) Der

---

einige fleißige Zusammenstellungen von Alpen- und Jurahöhen verdankt, setzt die Diablerets 9840 Fuß über dem Genfer See, d. i.: 10,990 über dem Meer. Lutz erhöht diese Angabe noch um 100 Fuß. Ebel hat 10,092 Fuß.

*) Etrennes helvétiques et patriotiques, aus denen sie in die Melanges helvétiques des années 1787—1790, Basle 1791 übergegangen ist.

bloße Druck der aus ihrem Gleichgewicht gedrückten Luft bog und warf Baüme zu Boden, die in der Nähe, doch außerhalb des Weges standen, welchen der Bergfall nahm. Die Bewohner einiger Dörfer im Thale zogen von diesem Ereigniß den sonderbaren Gewinn, daß sie seitdem in einer gewissen Jahreszeit die Sonne einige Minuten früher aufgehen sehen, da eine Wand der vierfachen Diablerets-Pyramide verschwunden ist.

Es ist merkwürdig genug, die gleichzeitigen Darstellungen und die Urtheile über diese Begebenheiten zu hören, welche zur damaligen Zeit am meisten Beifall fanden. Scheüchzer drückte sich darüber (in der Histoire de l'Académie des Sciences de Paris für das Jahr 1715, S. 4) folgender Maßen aus: — „Im Juni 1714 fiel plötzlich, zwischen zwei und drei Uhr des Nachmittags, bei heiterm Himmel, ein Theil des Gebirgs der Diablerets in Wallis herab. Derselbe war von konischer Gestalt; er stürzte 55 Alp- oder Sennhütten um, erschlug 15 Menschen und über 100 Stück Rindvieh, nebst vielem kleinen Vieh und bedeckte mit seinen Trümmern einen Raum von mehr als einer Quadratstunde (Lieue). Der Staub erregte eine große Verfinsterung. Die Steinhaufen in der Ebene sind mehr als dreißig Ruthen hoch. Diese Haufen dämmen Gewässer ein, welche neün sehr tiefe Seen bilden. Bei alle dem war aber keine Spur weder von Bergharz, noch von Schwefel, noch siedendem Kalk, also nichts von unterirdischem Feüer zu entdecken. Wahrscheinlich hatte sich die Grundlage des großen Felsens von selbst durchgefault und in Staub aufgelöst."

Ein anderer Berichterstatter, der Prediger Constant in Bex, der also ganz in der Nähe war (Bex ist nur zwei gute Stunden von den Diablerets entfernt), giebt als Zeit des Ereignisses richtiger den September an, und schreibt in einem, vom 28. des genannten Monats datirten, und an den damaligen Landvogt von Morges, Frisching, gerichteten Briefe u. a. Folgendes: — „Am letzten Sonntag den 23. (September) hörte man vom Berge Cheville her*) ein dumpfes, tiefes Getöse, welches am 24. um Mitternacht noch heftiger wurde und nun mit der Gewalt eines ununterbrochenen Kanonendonners vier und zwanzig Stunden lang anhielt. Dann sah man aus der Spitze des Berges einen dichten Rauch emporsteigen und erblickte mitten darin eine sehr helle lichte Flamme. Endlich zersprang der Berg, und der Staub davon trieb sich bis nach Freniere, einem Zehnden meiner Pfarre**). Vierzehn Menschen, alle

*) So heißt nämlich der Paß, welcher aus dem Wallis neben den Diablerets ins Bexer Thal führt.

**) Freniere ist anderthalb Wegstunden in südwestlicher Richtung von den Teüfelshörnern entfernt.

Gebaüde und alles auf diesem Berge befindliche zahlreiche Vieh wurde unter dem Schutte begraben, und das Bette der Lycerne ganz ausgefüllt, so daß man nicht einen Tropfen mehr davon sieht. Unsere Bergleüte sagten uns gestern: das Getöse dauere noch immer fort; wahrscheinlich ist es eine in Flammen gerathene Schwefelmine. Sollte sich die, welche oberhalb Bevieux liegt (eine Viertelstunde von Bex), entzünden, (dies ist bekantlich der reichhaltigste Ort unserer Salzquellen,) so wären wir auch hier (in Bex) in Gefahr, dafür uns Gott bewahre!"

Diese beiden Erzählungen von Scheüchzer und des Predigers von Bex sind, ohne der abenteüerlichen, in ihrer Zeit begründeten Ansichten über die Ursachen des Bergsturzes zu gedenken, mangelhaft und widersprechen sich sogar in manchen Punkten, und die eine wie die andere beruhet mehr auf Hörensagen, als auf glaubwürdigen, am Orte selbst aufgenommenen Zeügnissen. Auch sollten diese gesagt haben, daß sich schon seit langer Zeit kleine Bergstücke abgelöst hätten, welche den nahen Sturz zu verkündigen schienen, eine sehr wahrscheinliche Sache, denn noch heütiges Tages gehen wenige Stunden vorbei, daß man nicht ein Getöse hört, oder kleinere oder größere Steine herabrollen sieht.

Unter der Zahl der Verunglückten befand sich auch ein Mann aus dem Walliser Dorfe Aven. Man hielt ihn für ein Opfer des Todes erklärte schon seine Kinder für Waisen, und sein Weib für eine Wittwe. Drei Monate nachher, am heiligen Abend des Christfestes, erscheint er plötzlich, — blaß, abgezehrt, mit einigen Lumpen bedeckt, ganz in der Gestalt und im Aufzuge eines Gespenstes. Man verschließt die Thüre seines eigenen Hauses vor ihm; das ganze Dorf geräth in Schrecken; man laüft zum Pfarrer, der den Geist exorcisiren soll. Endlich gelingt es ihm die Leüte zu überzeügen, daß er lebe; und nun vernimmt man von ihm: — Er sei in dem Augenblick der schrecklichen Katastrophe in seiner engen Hütte im Gebet begriffen gewesen, als eins der losgerissenen Felsstücke sich gegen das, an dessen Fuß seine Wohnung stand, gelehnet, und mit demselben einen Winkel gemacht habe. Bald darauf sei ein schreckliches Getöse über seinem Haupte entstanden, und Erde und Steine hätten sich auf seinem Obdach und rund um die schützenden Felsen emporgehaüft. „Jetzt, sagte er, fürchtete ich mich nicht mehr, verlor den Muth nicht und arbeitete unablässig mir einen Ausgang zu verschaffen. Einige Käse, die noch in meiner Hütte waren, nährten mich; ein Wasserfaden, der aus der Höhe herabfloß, löschte mir den Durst; und erst nach vielen Tagen, die ich in der langen Nacht dieses unterirdischen Kerkers nicht zählen konnte, fand ich durch Kriechen in den Trümmern umher eine Öffnung.

Ich sah das Licht wieder, das ich noch nicht ertragen konnte; und Gott, der mir nie die Hoffnung geraubt hatte, und dem ich auch immer vertraute, sendet mich unter die Meinen zurück, ein Zeüge und Beweis seiner Macht und Güte zu sein!"

Wir gehen zu dem zweiten Sturze über, der im Jahre 1749 Statt fand. Dieser haüfte neüe Ruinen über den ersten auf, breitete seine Verwüstungen über Alpenweiden aus, die bis jetzt fruchtbar gewesen waren, nun aber zu ewiger Unfruchtbarkeit verdammt sind, und zerstörte gegen vierzig Sennhütten. Das gleiche unterirdische Gebrüll ließ sich hören; die Walliser erkannten diese Vorbedeütung und zogen sich mit ihren Heerden wohlweislich zurück, nachdem sie vorher zur Vorsicht den Berg beschwören ließen. Fünf Berner *) Landleüte aber, welche in einer, zwei Stunden weiter unten gelegenen, Sägemühle sich befanden, zahlten ihr eigensinniges Verweilen an diesem Ort mit dem Leben. Unerachtet die Walliser in sie drangen, daß sie sich flüchten sollten, und ungeachtet die Drohungen des obern Berges bekannt waren, verachteten sie die Warnungen alle und glaubten, sie hätten in dieser Entfernung nichts zu fürchten. Allein der Strom von Steinen und Erde, untermischt mit großen Felsblöcken, die von den Diablerets herabstürzten, begrub sie für immer. Man geht jetzt an der Stätte, wo jenes Gebaüde stand, vielleicht fünfhundert Fuß hoch über seinem Dache weg.

Ich durchwanderte, erzählt Bridel, die Ebene von beinahe zwei Stunden, welche die Ruinen decken, und untersuchte sie genau in der Nähe. Hier, sagte mein Führer, wo Sie jetzt aufgethürmte Felsenstücke sehen, stand ein Fichtenwald; dort ein kleines Thal, nun ein Hügel von zerbröckelten Steinen. Da vor Ihnen lag eine Menge Sennhütten auf einer weiten Alp umher zerstreüt, an ihre Stelle ist ein See getreten. Die Lyserne, welche den Schauplatz dieser Zerstörung durchschnitt, verschwand acht Tage lang für die tieferen Thäler, welche sie sonst bespülte. Während dieser Zeit schuf sie zwei Seen, deren einer von dem andern eine halbe Stunde entfernt ist. Der kleinere, den man den See Derborenze heißt, hat ungefähr die Größe des Breter-Sees zwischen Moudon und Vevey, (d. i. etwa eine halbe Stunde lang und eine Viertelstunde breit).

Bridel befragte sowol Berner (d. i. Waadtländer) als Walliser Landleüte über die Ursachen dieser Stürze, und es ist interessant genug, ihre Antworten als Maaßstab der Beurtheilungskraft gegen einander zu hal-

*) Der Bezirk Aigle gehörte ehedem zu Savoien; im Frieden von 1476 kam er an Bern, und seit 1798 wurde Aigle und Bex ein Theil des Kantons Waadt.

ten. Die ersten sagten, und sie verrathen nicht geringe Kenntniß der Natur-Erscheinungen: — „Diese Ovaille (so nennen sie es in der Patoissprache) komme daher, weil die Diablerets aus verschiedenen abwechselnden Fels- und Erdschichten bestehen und überdem noch einen Theil der Last von einem an sie hinreichenden Glätscher tragen. Das Wasser, welches zwischen die verschiedenen Felslager hineindrängt, führe die dazwischen liegende Erde weg, und so verliere die Masse ihre Haltung und müsse nothwendig überstürzen. Und da die Glätscher immer zunehmen, so trage auch ihr Druck zur der Verschiebung bei. Zudem beständen die Felsen aus einem weichern Sande, der sich leicht auflöse, und theils vom Winterfroste, theils von dem daran schlagenden Sommer-Regen zermalmt und in der Tiefe zernagt werde.“ Diese Ansicht ist ganz dieselbe, wie sie nur der gebildetste Geognost aufstellen kann und entspricht, bis auf die Namen der Gebirgsarten, ganz dem Bilde, welches die geognostische Untersuchung der Diablerets gegeben hat.

Hören wir dagegen den Walliser, so ist, nach der Unwissenheit, die es immer bequemer findet, ihre Zuflucht zu übernatürlichen als zu natürlichen Ursachen zu nehmen, und weil der Mensch, je näher er der Natur ist, desto mehr an das Wunderbare glaubt, seine Antwort: — Die Diablerets seien, wie schon ihr Name anzeige, eine Vorstätte der Hölle, wo sich eine Kolonie von Teufeln, oder wenigstens von Verdammten aufhalte; diese Feinde des menschlichen Geschlechts wären hier schon sehr lange im Gefängniß; sie theilten sich in zwei Parteien, von denen die eine den Berg auf das Walliser Land, die andere auf Berner Gebiet überwerfen wolle. Endlich wären die Ersten Meister geworden und hätten einen Theil ihres Kerkers ins Wallis niedergestürzt, u. d. m. Jedes Mal, fügt Bridel hinzu, wenn man auf der Walliser Seite Gefahr befürchtet, läßt man durch einen Mönch die diabolischen Bewohner des Alpenhorns beschwören.

Dieses Reich der Finsterniß hat seine Macht auch heüte noch nicht verloren. Gränzenloser Aberglauben und düstere Bigotterie haben hier seit undenklichen Zeiten ihren Wohnsitz aufgeschlagen. Überhaupt ist das Wallis, wie wir später sehen werden, ein Land der Kontraste; es gehört zu den merkwürdigsten Landschaften nicht blos der Schweiz, sondern von ganz Eüropa; hier gränzen auf kleinem Raume die entgegengesetztesten Klimate dicht an einander: die Eiskälte des Nordens mit der Glühhitze des Südens; hier steigt man von den Gränzen der ewigen Schnee- und Eisfelder binnen wenig Stunden die ganze Stufenleiter der Gewächse herab, von den Moosen und Gräsern der Polarzonen bis zu den Pflan-

zenformen süditalischer und sicilischer Gegenden, ja fast der Tropen. — Doch wir kehren auf die Höhen des Feldes der Verwüstung zurück.

Hat man sich, fährt unser Berichterstatter fort, von den Sennhütten der Cheville entfernt, so betritt man gleichsam die Werkstätte eines Zerstörungsgeistes. Beinahe zwei Stunden lang wandert man im Schooße fürchterlicher Trümmer. Nicht Ruinen einer Feste sind es, noch die einer, auch noch so mächtigen Stadt; es sind die Trümmer zweier Gebirge. O, wie klein ist der Mensch mitten unter dieser Scene! Von allen Seiten erheben sich kleinere und größere Felsblöcke, in tausenderlei verschiedener Gestalt; die einen so hoch als Pyramiden, wie Amphitheater geraümig die andern, bald isolirt, bald in Haufen gethürmt; hier in Saülen emporstehend, dort an einander gelehnt wie Kartenschlösser. Es ist unmöglich, die Manchfaltigkeit der Gruppen, Lagen und Scenen zu beschreiben, welche man jeden Augenblick auf dem geschlängelten Fußwege genießt, der gleichsam zwischen den verschiedenen Theilen des Skeletts einer hier begrabenen Alpe fortlaüft. In den ersten Jahren nach dem Ereigniß muß dieses Schauspiel noch gräßlicher gewesen sein, ehe die Natur ihre Rechte über die zerworfenen Theile ihrer Schöpfung wieder einnahm.

Nun sind die umgestürzten Baüme verfault; die triebvolle Muttererde hat einen Theil des nackten Bodens wieder bekleidet, und Flora eine neüe Provinz für ihr glänzendes Reich gewonnen; sie säete rundum die zahlreichen Familien der Gentianen, Ranunkeln und Ericeen; die hohe Feldlilie schmückt ihre Seiten; aus ihren Spalten erheben sich Steinbrechen, Anemonen und Immortellen von mancherlei Farben. Die geruchreiche Muterine, die schwärzliche Orchis, die Primula veris wachsen da mit Lust; eine große Menge Felsblöcke sind mit einem bunten Teppich bekleidet, wo sich die Dryade mit acht Petalen, die Silene ohne Stengel u. a. m. auszeichnen. Das Rhododendron mit seiner flammenfarbigen Blüthe, die Cytise, deren Blüthenbüschel in Trauben niederhangen, eine Menge Zwergweiden haben hier Wurzeln geschlagen; und da, wo Wasser laüft, erhebt die Eriophore den Flaum ihres wolligen Haupts; die Parnassia, die Kressen rc. sprossen neben dem Schnee hervor, und wilde Rosen, Tannen und Lärchen krönen die Stirn und beleben die Vorsprünge der nun wieder unter die Herrschaft des Pflanzenlebens gebrachten Trümmerfelsen.

So stellt die Natur den Denkmälern der Zerstörung die lachendsten Bilder gegenüber, umhüllt mit Schwämmen und Moosen die zerstreüten Gebeine eines großen Berg-Leichnams und verbirgt unter minder trau-

rigen Gestalten die Beweise des Alterthums der Welt und der Verheerungen der Zeit!

Nach dem Bericht des Generals Pfyffer, des Verfertigers der ersten Relief-Karte von der Schweiz, stürzte im Jahre 1739 ein ungeheüres Felsstück von der höchsten Spitze des Pilatus im Kanton Luzern, dem Tommlishorn (1855' über dem Meere), auf die darunter liegende große Alpe Castelen, wodurch dieselbe ganz und ein großer Theil des Viehs, von dem noch das Jahr zuvor hundert und achtzig Rinder hier ihre Nahrung fanden, in Schutt und Graus vergraben wurde. Indessen trug seit 1744 der Wind wieder viele Erde dahin, es keimten allmälig neue Grasplätze, so daß jetzt kaum Spuren der Verwüstung zu sehen sein dürften.

Im Jahre 1584 den 4. März stürzte das im waadtländischen Bezirk Aigle gelegene Dorf Corbières, welches auf einem an Getraide- und Weinbau, auch Obstzucht fruchtbaren Berge stand, auf das darunter am Rhone liegende Dorf Yvorne herab. Beide Dörfer wurden mit Erde und Felstrümmern bedeckt, und es gingen dabei 122 Menschen, gegen 700 Stück Vieh, 69 Haüser, 126 Scheüern und 5 Mühlen zu Grunde.

Über den Bergfall, welcher sich im Jahre 1751 bei Sallenche in Savoien ereignete, heißt es in dem nicht sehr befriedigenden Bericht von Donati: — Ein großer Theil von dem unterhalb des eingestürzten belegenen Berge bestand aus Erd- und Steinarten, die man nicht in besondern Brüchen und Betten zusammen fand, sondern welche ordnungslos aufgehaüft waren. Alte Steinfälle hatten endlich den Hauptfelsen des obern Berges seiner Stütze beraubt. Diese Masse bestand aus fünf verschiedenen Schichten; die zwei ersten waren von zerbrechlichem Schiefer, die beiden folgenden zeigten einen muschelreichen Kalkstein; in der fünften erschien der Schiefer wieder, aber seine Blätter waren in vertikaler Lage und ohne Zusammenhang. Das Wasser drang unaufhörlich durch die Spalten des Berges und bewirkte den Sturz von drei Millionen Kubikklafter Felsen, welche Masse zum Bilden eines großen Berges hinreichen würde. Der Sturz dieses Berges war von einem außerordentlich feinen Staube begleitet, den man für Rauch hielt, weil er mehrere Tage lang blieb; das Gerücht verbreitete sich, es sei ein neüer Vulkan mitten in den Alpen erschienen, wo man niemals die Verheerung unterirdischer Feüer gekannt hatte. Donati machte dieser grundlosen Furcht ein Ende.

In der lombardischen Delegation Sondrio, eine Stunde von Chiavenna oder Clefen *), lag in dem Plurser Thale das schöne Städtchen

*) Chiavenna stand im 11ten und 12ten Jahrhundert unter der Republik Como, nachher unter den Herzogen von Mailand und wurde, nebst Bormio und dem

Plurs oder Piuri, welches am 4. September 1618 von dem Gipfelsturze des Conto, nebst dem Dorfe Scilano und 2430 Menschen, dergestalt verschüttet wurde, daß man keine Spur mehr davon sah. Von allen Bewohnern desselben blieben nur drei Personen übrig, welche sich gerade außerhalb des Städtchens befanden, und von allen Haüsern wurde nur eins verschont. Dieses Haus und hundert Schritte davon ein im Felsen eingehauener Felsen sind die einzigen Überreste der unglücklichen Stadt. Dieser Bergsturz, berichtet Ebel, hielt zwei Stunden lang den Lauf der Mera auf; glücklicherweise aber arbeitete sie sich durch. Der viele Regen, welcher vom 25. bis 29. August, und vom 1. bis 3. September fiel, war die unmittelbare Veranlassung des Felsensturzes. Am 4. September war das Wetter heiter und schön; Nachmittags rollte Steinschutt von der einen Seite des Conto, an welcher schon seit zehn Jahren große Risse bemerkt worden waren. Einige Bauern warnten die Bewohner von Plurs, weil sie wahrnahmen, daß der Conto überhängender geworden sei. In der folgenden Nacht bei stiller Luft und bellem Himmel geschah dann unter fürchterlichem Krachen der Einsturz. Jetzt sind die Trümmer des Felsensturzes schon mit einem Kastanienwald bedeckt. Von Chiavenna bis Prosto sind die Bergseiten voll Steinschutt, welcher von Felsryffenen (Ganda hier genannt) herabgeführt wird; Clefen selbst ist einst beinahe von einer Ryffene bedeckt worden. Das planlose und unvorsichtige Durchwühlen des Topfsteingebirges muß für diese Gegend immer gefährlicher werden. Im Jahre 1760 wurde das Dorf St. Abundio auch verschüttet; nur ein Theil der Kirche blieb übrig.

Am südwestlichen Fuß des Rigi und am Ufer des Luzerner-Sees liegt in einer herrlichen Lage und in einem aüßerst milden Klima, unter dem Schatten von Kastanien-, Mandel- und Feigenbaum-Hainen das schöne Dorf Wäggis. Es war im Juli 1795, als ein Theil desselben von einem Schlammstrome (Ribine) des Rigi verschüttet und in den See geführt wurde. Schon im Frühling, heißt es bei Ebel, spaltete an der Westseite des Berges, an dem untersten Drittheil seiner Höhe, die Erdlage, wo man eine rothe Wand sieht. In der Nacht des 15. Juli kündigte sich der Schlammstrom durch ein unbekanntes Getöse an und wurde durch eine Vertiefung eine Zeitlang aufgehalten. Bei anbrechendem Tage sahen

ganzen Veltlin im Jahre 1512 in Folge einer frühern Schenkung Visconti's von den Graubündnern erobert und als unterthäniges Gebiet bis 1797 besessen und regiert, wo es durch den Ausspruch des Generals Bonaparte mit der cisalpinischen Republik vereinigt wurde. Der Wiener Congreß 1815 hat diese Gebiete beim lombardischen Königreich belassen.

die Bewohner von Wäggis einen dicken, rothen Schlamm viele Klafter hoch in der Breite einer Viertelstunde gegen das Dorf anrücken. Vierzehn Tage lang floß derselbe langsam dem See zu, so daß man Zeit hatte, alle bewegliche Habe zu retten; aber einunddreißig Haüser und achtzig Morgen der fruchtbarsten und besten Grundstücke wurden im Schlamm und Schutt begraben. Merkwürdig ist, daß an der Nordseite des Rigi bei Ymmensee gleichzeitig ein gewaltiger Spalt entstand und die dortige Gegend mit einem ähnlichen Unglück bedroht wurde.

Das großartigste und in seinen Folgen eben so fürchterliche Schauspiel, wenn nicht schrecklicher als das Ereigniß, welches Plurs in sein Felsengrab legte, ist der, unter den Augen der Zeitgenossen vorgegangene Einsturz des Ruffi-Berges im Kanton Schwyz, der ein ganzes, großes, schönes Thal, das Goldauer Thal, mit fünf Dörfern, verschüttete und den Lowerzer See theilweise zudammte. Diese, in den Annalen der Erdgeschichte unauslöschliche Begebenheit ist mehrfach beschrieben worden und verdient auch hier einer ausführlichen Erörterung; wir folgen dabei hauptsächlich der Darstellung von Feer und schildern unsern Lesern zunächst den Zustand der Gegend vor der Katastrophe, die Hunderten von Menschen plötzlichen Tod brachte und die Überlebenden ins tiefste Elend stürzte.

Das verschüttete Thal war vom Zuger- und Lowerzer-See, dem Roßberg auf der Nord- und dem Rigiberg auf der Südseite eingeschlossen; es wurde haüfig von Reisenden, theils wegen seiner malerischen Schönheiten, theils auch weil der Weg auf den Rigiberg da durchführte, besucht. Der erste hat etwa 3500, der letzte 4400 Fuß Höhe über dem Zuger-See; man genießt auf demselben, da er ganz isolirt zwischen dem Zuger-, Lowerzer- und Vierwaldstädter-See liegt und eine so ansehnliche Höhe hat, eine der schönsten Aussichten, sowol in die beschneieten Eisgipfel des Hochgebirgs, als in die fruchtbaren Ebenen der Kantone Luzern, Zug, Zürich und Aargau.

Am westlichen Ende dieses Thals liegt der schöne Flecken Arth, dicht am Zuger-See, von wo aus der gewöhnliche Weg nach Schwyz über Goldau, Busingen und Lowerz am südlichen Rande des Sees, oder über Goldau und Steinen am nördlichen Rande desselben hinging. Von Arth stieg derselbe ganz allmälig gegen das Dorf Ober-Arth, welches mitten in den fruchtbarsten Auen liegt, deren prachtvolles Grün das Auge ergötzt. Von da gelangte man in das Dorf Goldau und passirte den von dem steilen Gebirgsthal des Rigi herabfließenden Aa-Bach auf einer bedeckten hölzernen Brücke. Von hier stieg der Weg immer noch sanft bis nahe an das Dörfchen Busingen; hier war sein höchster Punkt, und er senkte sich

allmälig durch dieses Dörfchen bis nach Lowerz. Von dem vorerwähnten Punkte hatte man eine malerische Aussicht, westwärts gegen den Zuger- und ostwärts gegen den Lowerzer-See. Dieser interessante Standpunkt war dazu gemacht, einige Augenblicke auszuruhen und von dem einen oder andern Theile des Thales, den man nach einigen Schritten aus dem Auge verlor, Abschied zu nehmen; er hieß daher die Ruhestelle, in der Landessprache Gruebi, und lag auf einer flachen Hügelreihe, welche sich von einem Gebirge zum andern quer über das Thal zog. Diese Form und die außerordentliche Menge zerstreüt liegender, großer und kleiner Felsentrümmer, womit die ganze Gegend übersäet war, macht es mehr als wahrscheinlich, daß dieselben ihr Dasein von einem frühern Bergfalle erhalten haben, welchen eine andre Schicht des Roßberges veranlaßt hatte. Während man Busingen verließ, sah man am Fuße des Roßberges das zerstreüte Dorf Röthen in beträchtlicher Entfernung, weiter ostwärts höher im Gebirge das Dorf Steinerberg, nahe am Lowerzer-See Steinen und am östlichen Ende das Dorf Seven, wodurch der Lowerzer-See nach Brunnen in den Vierwaldstädter-See sich ergießt.

In dem See selbst spiegelte sich die Insel Schwanau, worauf neben dem unzerstörbaren Thurm einer alten Ruine die Kapelle und Wohnung eines Eremiten befindlich ist. So wie die Nordseite des Sees, der sanfte Abhang des Roßberges, fruchtbar und mit dem schönsten Grün bekleidet ist, so wird das südliche Ufer von den senkrechten Felsen der Rabenfluh begränzt, an welcher ein schmaler Fußsteig nach Seven führt. Den Hintergrund bildet das amphitheatralisch in die Höhe steigende Thal von Schwyz mit seinen unzähligen Häusern und Hütten, und die steilen Wände und Spitzen der Mytenberge schließen die herrliche Landschaft.

Der unser Thal gegen Norden begränzende Roßberg hat einen ziemlich sanft auslaufenden Abhang gegen Süden, welcher mit Wäldern und Alpen bedeckt ist; der gegenüberstehende Rigiberg hat viel steilere und schroffe Wände.

Beide Gebirge bestehen aus der Steinart, welche bei den Mineralogen der Schweiz Nagelfels oder Nagelfluh heißt und aus glattgerollten Kieseln (Geschieben) von verschiedenen Steinarten und der manchfaltigsten Größe von fünfzig Fuß Körperinhalt bis zur Sandkörnergröße besteht, welche theils durch ein sandsteinartiges Bindemittel, theils durch einen feinen Mergel verkittet sind, aus dem die Geschiebe wie Köpfe großer Nägel hervorstehen, — daher der Name dieses Konglomerats. Es bildet diese merkwürdige Gebirgsart am nördlichen Fuß der Schweizer Alpen vom Bodensee bis zum Genfersee eine große, lange Kette von 700' bis 1000' Höhe,

und in der Mitte derselben erheben sich der Rigi und der Ruffi. Die Konglomerate bestehen hier aus vielen Schichten, deren Mächtigkeit mehrere 100 Fuß beträgt, welche beim Roßberge wenigstens 25° südliche Einsenkung haben. Diejenigen des Rigiberges fallen auf ähnliche Art gegen den Luzerner-See und in der nämlichen Richtung.

Die Anbrüche dieser Schichten sind sowol am Rigi- als Roßberge gegen Norden gekehrt, und diese Gebirgswände sind nur dem Abfallen solcher Felsenmassen ausgesetzt, welche von senkrechten Spalten oder Klüften von demselben losgetrennt werden und großen Schaden in den Thälern anrichten können; allein von ungleich schrecklichern Folgen ist das Abgleiten ganzer Schichten eines Berges auf den darunter liegenden, indem die Masse oft von ungeheurer Größe und die Verschüttung von viel weiterer Ausdehnung wird.

Ein solches Ereigniß bewirkte das Zertrümmern des so eben beschriebenen schönen Goldauer Thales.

Schon seit mehr als fünfzig Jahren waren in dem südlichen Abhange des Roßberges oder Ruffiberges, wie diese Stelle ausschließlich hieß, in mehreren Orten große Spalten von ungemeiner Tiefe gefunden worden, in welchen man hineingeworfene Steine weit fortrollen hörte, und wodurch beständig Wasser in das Innere des Gebirges drang. Dieses waren eigentlich Klüfte oder Querspalten, welche ganz durch die oberste Felsenschicht durchgingen. Diese Schicht lag ganz lose auf der tieferen, und es scheint, als ob der Zwischenraum zwischen beiden mit Thon und Mergel ausgefüllt gewesen sei.

Oft erstaunte der Reisende über die große Menge von einzelnen Felsblöcken, welche die schönen sanft abfallenden Alpengelände am Fuße des Rigiberges bedeckten und von der Größe einiger Kubikfuße bis zu der von ganzen Haüsern anwachsen; man muthmaßte freilich, daß diese so verschiedenartigen Blöcke von höheren Bergen ins Thal gestürzt oder von gewaltigen Überschwemmungen hieher geführt worden wären; allein erst der jetzige Bergfall macht es bis zur völligen Evidenz gewiß, daß dieses alles Trümmer von der nämlichen Felsenschicht sind, welche Goldau verschüttet hat. In diesem früheren Bergfalle, von welchem sich noch eine mündliche Sage in der Gegend erhalten hat, daß vor 300 bis 400 Jahren ein Theil des Ruffiberges eingefallen und das späterhin wieder erbaute Dorf Röthen verschüttet habe *), welches jetzt zum zweitenmale bedeckt

*) Vor 1354 stand ein Dorf im Röthen, wovon in den letzten Jahrhunderten keine Spur mehr gefunden wurde, und wahrscheinlich ist es bald nach 1354 durch

worden, sind, nach erfolgter Abtrennung des gegen Arth zu liegenden Theils der Felsenschicht, die Felsenwände entstanden, welche man vor dem letzten Bergfalle deütlich gesehen hat, und die man in jedem getreuen Prospekte dieser Gegend findet.

Ungewisser hingegen waren die Merkmale von dem letzten Bergfalle. Man wußte freilich, daß Klüfte des Gebirges zum Theil mit Wasser angefüllt waren, und daß sich andre immer mehr öffneten, man hätte also hieraus auf einige Veränderungen schließen können; allein da diese schichtenartige Struktur des Gebirges unbekannt war, so achtete Niemand darauf. Selbst da sich schon durch Ablösung mehrerer Felsenmassen eine Bewegung des Gebirges zeigte, muthmaßte niemand die augenscheinliche Gefahr. Denn der Bewohner der Gebirgsthäler ist zu sehr daran gewöhnt, donnernde Felsenmassen in die Tiefe stürzen zu sehen, als daß ihm dies einige Bestürzung verursachen sollte, und der Name des Berges läßt schon vermuthen, daß solche Erscheinungen von jeher gewöhnlich dabei Statt gefunden haben müssen, denn Ruffi heißt in der Landessprache eine Stelle, wo immer Steine und Erde aus der Höhe des Gebirges in die Tiefe rollen, und dieses Herabrollen sowol, als die losgewordenen Stücke werden dadurch bezeichnet.

Schon früh an dem Tage, wo der Bergfall geschah, hörten viele Leüte, welche diesen Weg kamen, von Zeit zu Zeit den Tag über, besonders aber Nachmittags ungewöhnliches Getöse an dem Roßberge und sahen öfters große Felsenblöcke abrutschen. Ein Mann, oberhalb Röthen, dessen Haus auch später in die Tiefe geschleüdert wurde, wunderte sich über das ungewöhnliche Geraüsch im Innern des Gebirges und vermuthete so wenig die wahre Ursache davon, daß er zu dem Pfarrer nach Arth ging, um ihm die Sache zu erzählen. Nur durch ein halbes Wunder entging sein Weib während seiner Abwesenheit mit einem Saüglinge auf dem Arme noch ihrem Untergang.

Ein anderer, welcher nahe am Rande der Verschüttung Kartoffeln ausgrub, bemerkte zu seiner ungemeinen Bestürzung, daß sich von Zeit zu Zeit einige Löcher in der Erde öffneten, aus welchen die Erde mit ungemeiner Heftigkeit herausgeworfen ward, und getraute sich, da diese Erscheinung öfter wieder kam, nicht mehr länger da zu bleiben, er entfloh noch zu rechter Zeit dem gewissen Tod, der ihn unfehlbar erreicht hätte, wenn er länger an seiner Arbeit geblieben wäre. Leüte, welche

einen Sturz von der Nollfluh zerstört worden. Kleinere Felsbrüche fanden 1712 und 1795 oberhalb Arth, und überhaupt seit 1750 mehrere Erdschlipfe und Erdbrüche Statt.

dem Roßberge gegenüber am Fuße des Rigi ein paar hundert Schritte vom äußersten Rande des Erdstromes gewohnt und dem Bergfalle bis auf den Zeitpunkt, wo alles durch Staubwolken verdunkelt wurde, ruhig zugesehen hatten, erzählten, daß gegen 5 Uhr Abends, nachdem kurz vorher mit großem Krachen gewaltige Felsentrümmer sich von den Wänden losgemacht und in die Tiefe gerutscht, etwa in der halben Höhe des Gebirgs oberhalb des Dorfes Röthen eine wagerechte Spalte entstanden wäre; der untere Theil des Berges (bis ins Thal sahen sie von ihrem Standpunkte wegen einer vorliegenden Höhe nicht) senkte sich mit Wäldern und Gebaüden langsam in die Tiefe. Während dieses die Zuschauer in die größte Bestürzung versetzte und sie gegen die Spitze des Roßberges blickten, sahen sie den über der Spalte befindlichen Theil desselben in einem breiten Streifen sich von dem festen unterliegenden Kern losreißen und anfänglich langsam, nach und nach aber immer schneller mit fürchterlichem Krachen der Tiefe zustürzen. Dicke Staubwolken verdunkelten nun die Luft und ließen gar keine weitere Bemerkung zu. Bis dahin hatten die Zuschauer mit stummem Entsetzen dem schrecklichen Schauspiele in der Meinung zugesehen, daß sie, weil sie gegen 300 Fuß höher als das Thal waren, vor aller Gefahr sicher seien; allein nun stieg der Erdstrom brausend bis zu ihnen hinan und drohte auch sie zu bedecken. Große, mehrere Centner schwere Steine wälzten sich, von der ungeheüren Geschwindigkeit, welche sie im Fallen von dem Roßberge herunter erhalten hatten, belebt, mit großen Sätzen die Anhöhe hinauf, und nur die schützende Vorsehung verhinderte das Zertrümmern dieses Hauses. Die pfeilschnelle Bewegung des Erd- und Steinstromes trieb eine große Schaar verschiedener Vögel durch einen heftigen Windstoß vor sich her und warf sie größtentheils todt in das offene Giebeldach des Hauses.

Der steile Abhang vor demselben war mit einem schönen Buchenwalde begränzt, gegen den die Direktion des ganzen Bergfalles ging. Die zwei Fuß dicken Buchenstämme wurden wie Strohhalme zerknickt und flogen, mit den Wurzeln aufwärts gekehrt, in der Luft dem Hause zu, in dessen Nähe sie, jedoch ohne es zu beschädigen, niederfielen, und die ganze Anhöhe ist nicht nur von allen Spuren des dichten Gehölzes entblößt, sondern noch viele Erde davon weggerissen.

Allen Nachrichten zufolge hat der ganze Bergfall kaum fünf Minuten gedauert. Eine Todtenstille folgte auf das fürchterliche Gebrause des Erdstroms, und nun wagten sich die Übriggebliebenen, als alles ruhig wurde, zitternd auf die Anhöhen, um die Schreckensscene und den Graüel der Verwüstung zu betrachten.

Der Beherzteste wurde bei diesem Anblick im Innersten erschüttert, und das Gefühl menschlicher Ohnmacht hätte für einige Momente den größten Weltenbezwinger zerknirscht.

Die Natur hatte wahrscheinlich schon seit mehr als hundert Jahren an diesem Ereigniß gearbeitet, aber so im Verborgenen, daß Niemand, auch nicht der einsichtvollste Mensch den Bergfall vermuthen konnte, und nur der letzte Augenblick zeigte das schreckliche Resultat.

Das Dorf Röthen sank zuerst in sein Grab, denn aller Wahrscheinlichkeit nach war durch die alten Felsenklüfte das Regenwasser unaufhörlich eingedrungen und zwischen der stark geneigten ersten abgerutschten und jetzt noch festliegenden Felsenschicht bis in die weiche Dammerde hinabgedrungen und hatte darin ansehnliche Höhlungen bis in den Lowerzer-See ausgespült. Als diese kunstlosen Gewölbe endlich zu groß wurden, so sanken sie hin und wieder ein. Dieses hatte die Folge, daß, sobald das flache Land am Fuße des Gebirges sank, unverzüglich die von den Augenzeügen bemerkte Spalte weit oben im Gebirge entstand und das allmälige Sinken der unteren Theile des Abhanges seinen Anfang nahm; nun verlor die ganze darüberstehende Felsenschicht bis an den Kamm oder Grath des Gebirges ihre Unterstützung und glitt mit unaufhaltbarer, beschleünigter Geschwindigkeit auf der um 25° geneigten Lehm- und Mergelsohle, welche die Schichtenspalte ausfüllte, in die Tiefe. Die über alle Beschreibung großen Felsenmassen, welche weit oben im Gebirge gelegen hatten, stürzten nun über die unteren weg und verursachten, wie man leicht denken kann, eine fürchterliche Reibung, wobei gar wol Funken und vielleicht auch einige Flammen entstehen konnten, welche viele gesehen und daher den Bergfall als eine vulkanische Explosion betrachten wollten, wovon aber nicht die geringsten Spuren zu bemerken sind, die auch in einem Gebirge von dieser Struktur gar nicht denkbar ist.

Das Abgleiten war in einer ganz geraden Linie gegen einen Hügel am Fuße des Rigiberges, der Fallen-Boden genannt, geschehen, denn genau in dieser Linie liegen die großen Felsenblöcke von einem Gebirge zu dem andern, in parallelen Reihen, von denen die mittlere die höchste ist und von dem Lowerzer-See her wie der Rücken eines schroffen, aber niedrigen Gebirges mit vielen Zackengipfeln aussieht. Schon vor dem jetzigen Bergfall war hier, wie wir früher bemerkt haben, eine Hügelreihe von einem Gebirge zum andern, und das Land senkte sich von da aus gegen beide Seen; diese machte schon die Grundlage aus, über welche sich die jetzt entstandene bildete.

Als nun die zertrümmerte Felsenschicht am Hügel des Fallenbodens

als einem unerschütterlichen Damm anprallte, so haüfte sich die Erd- und Steinmasse zu einer sehr großen Höhe an und theilte sich nun nach zerstörter ursprünglicher Geschwindigkeit in zwei Theile. Der eine floß gegen Arth nordwestwärts, und der andere südöstlich gegen Lowerz zu; auf seinem Wege bedeckte der erste das Dorf Goldau, der zweite aber Busingen ganz und Lowerz zum Theil.

Wie schon gemeldet, blieben die größten Felsenblöcke in der Stoßlinie liegen. Haüfig trifft man sie so groß an, daß ein gewaltiges Gebaüde aus einem Stück daraus gehauen werden könnte. Allein die kleineren Trümmer und die von ihnen aus der Tiefe in ungeheürer Menge aufgeschürfte weichere Erde bildete nun einen das ganze Thal ausfüllenden Erdstrom, welcher, da er mehrere nicht unbedeütende Bergbäche verschlang, an manchen Stellen breiartig wurde, in alle Schluchten des Rigiberges eindrang und dadurch den Rand der Verschüttung machte und um den Lowerzer-See ein kleines Stück ausfüllte. Hierdurch entstanden zwei bis drei fürchterliche Wellenschläge, die über die 60 Fuß hohe Insel Schwanau emporschlugen, die Wohnung des zu seinem Glücke abwesenden Eremiten sehr beschädigten und eine Seitenmauer der massiven steinernen Kapelle niederwarfen. Diese Wellenschläge verbreiteten sich nach hydrostatischen Gesetzen über den ganzen See bis nach Seven, einem Dorfe, durch welches derselbe in den Vierwaldstädter-See ablaüft. Am ganzen Seeufer blieb kein Gebaüde, welches diese Wellen erreichen konnten, stehen, besonders wurden massiv steinerne Gebäude, wie die Kapelle der drei Tellen, unweit der Rabenfluh, und alle Unterschläge unter den hölzernen Haüsern so zertrümmert, daß auch kein Stein davon übrig blieb. Mehrere Haüser im Dorfe Seven, 3/4 Stunden von der Stelle, wo der Erdstrom in den See fiel, wurden ganz oder zum Theil zerstört, und unglaubliche Wirkungen hervorgebracht. Ein großer steinerner Brunnenkasten wurde ganz umgekehrt, die Weinfässer aus dem Keller des Gasthofes in die darüber liegende Wirthsstube gehoben und ein schwerer Schmiedeamboß von dem Wasser gegen 80 Schritte weit fortgeführt.

Auf der N.W. Seite erstreckte sich die Verwüstung bis etwa auf 1/4 Stunde oberhalb des großen und wohlhabenden Dorfes Ober-Arth, und ihre Länge von hier bis an den Lowerzer-See kann eine völlige Stunde betragen. Die Breite der abgetrennten Felsenschicht, bis an den Kamm des Roßberges, an dieser Stelle der Spitzbühl genannt, beträgt kaum 1/8 Stunde, nimmt aber gegen den Fuß des Gebirges beträchtlich zu. Die Mächtigkeit der losgebrochenen Felsenschicht war sehr ungleich, an dem Anbruch gegen das Dorf Steinerberg hat man sie bis über 250 Fuß

dick gefunden, und nun bildet derselbe eine noch mit vielen Trümmern belegte, aber wenn diese davon abgerutscht sind, kahle Felsenwand, welche, von dem anschlagenden Regen und dem Zutritte der Luft bald braun gemacht, die größte Ähnlichkeit mit den Felsenwänden haben wird, welche man vor dem Bergfalle an dem Ruffiberge erblickte, die aber jetzt in Trümmern das Thal bedecken, und es wird sehr wahrscheinlich, daß die neüesten kahlen Felsenwände in Gebirgen durch Verwittern oder Losbrechen des daran befindlichen Gesteins entstanden sind.

Aus dem noch unverrückt gebliebenen, dem Ansehen nach dem abgeglеiteten vollkommen ähnlichen Theile der obersten Felsenschicht steht, etwa $^{3}/_{8}$ Stunde von dem Rande des Schuttes oder Anbruches entfernt, das schöne Dorf Steinerberg und an dessen Fuße unweit des Lowerzer-Sees das Dorf Steinen.

Sollte sich einmal in der Zukunft auch dieser Theil der Felsenschicht von seiner Unterlage trennen, welches wegen ihrer Struktur und gleichen Einsenkung gegen den See nicht unmöglich scheint, so würde Steinerberg und Steinen das nämliche Schicksal mit Goldau, Busingen, Röthen und Lowerz haben, ein großer Theil des Lowerzer-Sees ausgefüllt werden und das ganze Gelände eine andere Gestalt bekommen.

Die Gegend von Arth hingegen, bemerkte Feer 1807, und was jetzt verschüttet worden, scheint nach aller menschlichen Vermuthung keiner solchen Gefahr mehr ausgesetzt, wenn nicht Erdbeben die steilen Wände des Rigiberges losspalten sollten.

Die vielen dieses Thal durchströmenden Bäche, welche sich theils in den Zuger-, theils in den Lowerzer-See ergossen hatten, wurden von dem Erdstrom aufgefangen, schwollen nun vor den Schuttwällen auf, flossen am Ende darüber hin und bildeten in dem lockern Erdreich ungemein viele Wasserlachen; andre suchten um den Schutt herum dem natürlichen Gefälle nach den Weg in ihr altes Bett.

Alle lebendige Geschöpfe, welche der wogende Schutt erreichte, und die nicht etwa am aüßersten Rande durch eine schnelle Flucht demselben entrinnen konnten, wurden darunter begraben, und die schreckliche Verstümmelung der meisten hervorgegrabenen Körper läßt mit großer Zuversicht hoffen, daß nur wenige oder gar keine den schrecklichen Tod eines lebendig Begrabenen gestorben sind.

Unter den vielen bedauernswürdigen Opfern dieses durch Einfalt, Genügsamkeit und gute Sitten, so wie durch einen ziemlich allgemein verbreiteten Wohlstand ausgezeichneten Bergvolkes befanden sich auch mehrere fremde Reisende, welche ihr unglücklicher Genius gerade in dieser

Stunde dahin führte, wo der Gute mit dem Bösen, der Gerechte mit dem Ungerechten, der Greis und der Saügling zugleich ihr Grab fanden, und welchen die Natur einen solchen Leichenstein darauf setzte, wie ihn keine menschliche Macht errichten kann *).

Schon oben wurde bemerkt, daß besonders steinerne Gebaüde, welche der Erdstrom oder der Wellenschlag des Sees erreichen konnte, so zertrümmert wurden, daß oft keine Spur mehr von ihnen übrig blieb, da im Gegentheil die aus aufeinandergedübelten Balken bestehenden Schrothaüser, welche in dieser Gegend allgemein sind, von dem Erdstrome weit weggeschoben und sogar überworfen worden waren, ohne daß sie zertrümmert wurden. Nur der flüchtig gemachte Dachstuhl war mehrentheils verschoben oder heruntergefallen, und das übrige steckte wie eine Kiste halb im Erdreich und stand halb heraus, und dieses ist ein unlaügbarer Beweis von der ungemeinen Festigkeit dieser Bauart, welche gewiß nicht leicht von einer andern übertroffen wird.

Alle Kommunikation zwischen Arth und dem Hauptorte Schwyz war unterbrochen und nur ein kümmerlich und nothgedrungen gemachter Fußweg führte an dem Abhange des Rigiberges um den Schutt herum auf Lowerz; er war aber so schmal und steil, daß ihn kein Pferd passiren konnte.

Die Herstellung dieser Kommunikation war eine der wichtigsten Sachen, worauf die Regierung hauptsächlich ihr Auge richten mußte. Allein da der Schutt sehr locker und hin und wieder breiartig war, so mußte die Ableitung der verschiedenen sich darin ergießenden Bäche in ihr altes Bett oder in die nächsten Seen vorausgehen. Um dieses sowol, als die Anlegung der Landstraße, zweckmäßig einzuleiten und zu projektiren, wurden von den Kantonen Bern, Zürich und Luzern mehrere sachkundige Männer abgesandt, um einen förmlichen Plan zu der ganzen Arbeit zu entwerfen. Nach erfolgter Annahme desselben von der Regierung des Kantons Schwyz wurde ungeachtet der schlimmen Witterung durch freiwillig angebotene Hülfsvölker aus den benachbarten Kantonen Bern, Luzern, Zürich und Zug mit allem Nachdruck an der Ausführung des entworfenen Planes zur Ableitung der Bäche und der dadurch zu bewirkenden Austrocknung des Schuttes gearbeitet, und in kurzer Zeit ist alles beendigt und die Straße wirklich geebnet worden.

Nach den amtlichen und mit möglichster Sorgfalt aufgenommenen Be-

*) Ebel hat die Namen jener unglücklichen Reisenden in seinem klassischen Werke über die Schweiz aufbewahrt.

richten wurde in diesen fünf unglücklichen Minuten in den ganz zerstreut liegenden Dörfern Goldau, Busingen und Röthen folgender unersetzlicher Schaden verursacht: 87 Bauergüter wurden ganz, und 60 nur zum Theil verschüttet.

Darin wurden verschüttet und von den Wellen des Lowerzer-Sees zertrümmert 97 Haüser, nur zum Theil ruinirt 8; 166 Ställe und Nebengebaüde ganz bedeckt und zertrümmert, 19 derselben aber mehr oder minder beschädigt.

In denselben verunglückten 484 Menschen, worunter 16 Fremde waren, 170 Stück Ochsen und Kühe, 103 Stück Ziegen, Schafe und Kälber.

Werden die verschütteten und verlornen Güter, Haüser und Vieh aufs geringste angeschlagen, so belaufen sie sich auf eine Summe von 1,037,000 Rheinischen Gulden (ungefähr 600,000 Thaler).

Wie wir weiter oben gesehen haben, war man nach dem hier ausführlich geschilderten Unglück in der Schweiz der Meinung, daß die Gegend, wo ehemals Goldau stand, einer analogen Gefahr fortdauernd ausgesetzt sei. Diese Vermuthung hat sich bestätigt; denn 17 Jahre später hat der Ruffi abermals das schreckliche Schauspiel eines Bergsturzes dargeboten.

Es war am Sonnabend den 3. Juli des Jahres 1823, als, — so lautet ein uns vorliegender Bericht, — ein Hirtenknabe den Spitzbühel, die Trümmerspitze des Roßberges, gegen 6 Uhr Abends erstieg, um daselbst Kraüter zu pflücken. Auf dem Gipfel des Berges angelangt, wollte er auf dem gegen Zug gerichteten Abhang herabsteigen, als er im Felsen einen Riß entdeckte, den andere Personen 4 Wochen früher schon bemerkt hatten. Diese Spalte war, nach seiner Erzählung, breit genug, daß ein Mensch hinein fallen konnte. Um zu seinem Zweck zu gelangen, versuchte er über die Spalte zu springen, was ihm auch glücklich gelang. Als er Kraüter genug gesammelt hatte, wollte er auf demselben Wege zurückkehren, allein er fand die Spalte so erweitert, daß er es nicht wagte, einen zweiten Sprung zu versuchen, und er sich genöthigt sah, einen Umweg über steilabgerissene Felsen zu machen.

Nach den Wahrnehmungen mehrerer Personen hatte die Spalte am 6. schon eine Breite von 40 bis 50 Fuß erlangt, und ihre Tiefe war der Höhe eines gewöhnlichen Kirchthurms gleich. Auf diesen Bericht wagte es ein geschickter Geognost, Hr. Karl Stadlin, den Berg zu besteigen; seine Beobachtungen haben folgendes ergeben: —

Die mit dem Barometer gemessene absolute Höhe des Spitzbühel

beträgt 640'. Die Stelle des Berges, welche das Kreuz genannt wird, liegt der Mitte der Spalte gegenüber; diese hat in gerader Linie von West nach Ost eine Länge von 53 Fuß; dann neigt sie sich unter einem Winkel von 80° gegen Süden, bis zum Abhang des Berges, auf einer Länge von 200 Fuß. Die Breite kann ungefähr 150 Fuß betragen; die Tiefe etwa 120'. Der abgerissene Theil neigt sich südwärts gegen die Ruinen von Goldau, indem er einen Winkel von 60° bildet. Sein Sturz, der für die Kirche und das Wirthshaus von Goldau sehr gefährlich werden müßte, würde ohne Zweifel abermals ein Austreten des Lowerzer-Sees verursachen. Oberarth und Arth sind durch ihre westliche Lage vor der Gefahr geschützt, zum wenigsten, wenn der Fels, bei seinem Sturz, durch eine Ursache, welche sich unmöglich vorhersehen läßt, nicht eine Seitenrichtung nimmt.

Die abgerissene Masse bietet in geognostischer Hinsicht einen sehr merkwürdigen Anblick dar. Ungeheüre Sandstein- (Molasse-) Blöcke von mehr als hundert Fuß Höhe, welche mit einer lockern Schicht Thonerde bedeckt sind, stehen senkrecht einer neben dem andern, in Zwischenraümen von 3 Fuß. In diesen Zwischenraümen und um diese Blöcke herum findet man auch nichts anderes als Thon, und in den abgerissenen Sandsteinmassen hin und wieder geblättertes Gestein, verhärteten Thon und Mandelsteine. Den 5. um 4 Uhr Abends entstand mit schrecklichem Getös eine zweite Spalte, deren Tiefe sehr beträchtlich ist.

Den 11. stürzte zwischen 10 und 11 Uhr Vormittags, der Felsen, welcher sich von dem Gebirge abgelöst hatte, in den alten Spitzbüheler Bergstrom. Er zersplitterte, wurde durch anhaltenden Regen abgelöst und vermengte sich mit den Trümmern von 1806. Seit diesem Ereigniß ist die Gefahr minder groß; nichts desto weniger erwartet man den Sturz der Gnippenfluh, die schon mehr als 8 Fuß von der Vertikallinie des Felsens abweicht.

Den 10. stürzten die Bergwasser in ungeheürer Menge in den Bruch des Walchwylerberges, der eine Stunde nordwestlich von der Gnippenfluh liegt. Die Brücke, welche 30 Fuß über dem Bette des Tobels steht, wurde weggerissen und in den See geschwemmt. Die Wasser stiegen 5 Fuß über die Brücke.

Eine einfache, freündliche Kapelle erhebt sich auf den Trümmern des Russi da, wo einst Goldau stand. Hierher wallfahrtet der biedere Schweizer, um Gott in brünstigem Gebet anzuflehen, ihn vor Wiederholung eines ähnlichen Unglücks zu bewahren, dessen Andenken alljährlich am 2.

September durch eine kirchliche Handlung, die Schuttjahreszeit genannt, in Arth erneüert und gefeiert wird.

Wie klein fühlt sich der Mensch, wenn er seine Ohnmacht mit den Riesenkräften der Natur vergleicht, die in einem Augenblick Veränderungen wie die geschilderten von Goldau bewirken konnten! So schrecklich diese Wirkungen aber auch waren, so geringfügig erscheinen sie gegen die Ereignisse, welche die viertausend Fuß mächtigen Nagelfluhmassen des Rigi hervorbrachten. Welche Zerstörungen mußten vorangehen, um die Geschiebe aus ganzen Felsen der Uralpen und Kalksteingebirge zu zersprengen, rund zu rollen, in eine weiche Masse zu versenken, und auf diese Höhe zu thürmen, in welcher sie erhärtet sind? So fragt Feer und mit ihm jeder Gebirgsforscher. Alle Bergthäler der Schweiz, fügt er hinzu, bieten dem Blick des Kenners Spuren von schrecklichen Verschüttungen dar und berechtigen zu der Vermuthung, daß die Wohnplätze der heütigen Bevölkerung wol mehrentheils auf den Trümmern ihrer Vorfahren, wenn die Thäler schon bewohnt waren, errichtet sind. Mit gewaltigen Schriftzügen hat die Natur die Kunde von jenen Ereignissen in den Geschichtstafeln der Alpen niedergelegt, die Aufgabe des Geologen ist es, diese erhabenen Hieroglyphen zu entziffern!

Vierzigstes Kapitel.

Von den Thälern. Hauptthäler erster und zweiter Ordnung. Nebenthäler. Längen- und Querthäler. Bourguets Theorie von der Bildung der Thäler durch Ausfurchung und Wasserspühlung. Kritik dieser Theorie. Spalten-Bildungen, der Ursprung der Querthäler. Die Längenthäler lassen sich in drei Arten zerlegen, von denen die zwei ersten mit den Gebirgen selbst entstanden, die dritte aber hat ihre Bildung dem Wasser zu verdanken.

Thäler sind im allgemeinsten Sinne des Wortes die Vertiefungen des festen Landes, von denen aus die Berge als solche erkannt werden können. Sie sind die Einfurchungen, welche theils die größeren Gebirgsmassen von einander scheiden, theils zwischen die einzelnen Ketten derselben eindringen und ihre Abhänge zerschneiden. Durch ihren Lauf werden die Gebirge im Großen wie im Kleinen begränzt, und in ihrer Tiefe treten die geschiedenen Massen derselben unmittelbar mit den Enden ihrer Abhänge zusammen. Darum ist auch die Betrachtung dieser Oberflächen-Erscheinung mit der der Berge von einerlei Wichtigkeit, beide hangen gegenseitig von einander ab, und um das Bild von der Oberflächengestalt des festen Landes vollständig zu besitzen, werden wir der Vertheilung und Gestalt der Thäler dieselbe Aufmerksamkeit als den gleichen Verhältnissen der Berge widmen müssen.

Gehen wir dann hinsichts der Vertheilung der Thäler auf die erste Bemerkung zurück, welche uns ihr Verhältniß zu den Bergen aufdrängt, so werden wir sie zunächst nach einer oberflächlichen Ansicht unter zwei Gesichtspunkte fassen können, mit welcher eine altübliche Bezeichnungsweise derselben verbunden ist; wir werden sie in Hauptthäler und in Nebenthäler unterscheiden müssen.

Hauptthäler eines Gebirgs werden diejenigen sein, welche an den Rändern der Hauptabhänge den Kämmen parallel fortstreichen. Scheiden sie ganze Gebirgsmassen, so dürfen wir sie Hauptthäler der ersten Ord-

nung nennen; trennen sie dagegen nur einzelne Ketten, so können sie als Hauptthäler der zweiten Ordnung bezeichnet werden.

Beispiele von Hauptthälern der ersten Ordnung bietet in unserm Erdtheil vorzugsweise das Donauthal, welches in seinem Verlauf durch das südliche Deütschland die Alpen vom Jura, vom Bairischen und Böhmer Wald und von den Karpaten scheidet; das Rheinthal von Basel bis Mainz, welches die Vogesen und die Hardt vom Schwarzwald, Odenwald und Speßhardt, das Thal der Werra, welches den Thüringer Wald vom Rhöngebirge, das Thal der Unstrut, welches den Thüringer Wald vom Harze trennt.

Hauptthäler der zweiten Ordnung sind u. a.: in den Alpen das Rhone-Thal vom Rhone-Glätscher bis Martinach, die Kette des Berner Oberlandes von der des Wallis scheidend; das Ober-Rheinthal, von oberhalb Dissentis bis Chur, nördlich begleitet von der Kette des Dödi, der Clariden, des Hausstock u. s. w., südlich vom Lukmanier, dem Kellerberg, dem Piz Beverin; das Innthal vom Ober-Engadin bis unterhalb Innspruck; die Thäler der Drau, Sau, Mur ꝛc.

Nebenthäler sind diejenigen, welche den Abhängen des Gebirgs und seinen einzelnen Ketten parallel, senkrecht auf der Richtung des Hauptkammes liegen und eine Gebirgskette in einzelne Äste zertheilen. Diese Äste werden wieder Nebenthäler haben müssen und die dadurch entstehenden Zweige abermals, so daß sich ein System von untergeordneten Abtheilungen bildet, welche, je nachdem sie mehr oder minder wichtig für die Oberflächengestalt eines Landes sind, bis zu einem beliebigen Grade unterschieden werden können; es wird Nebenthäler ersten, zweiten, dritten, vierten ꝛc. Ranges geben.

Die Verschiedenheiten, welche schon die allgemeine Richtung der Thäler andeütet, erlangen indeß einen weit höhern Grad von Interesse, wenn wir sie mit der innern Konstruktion des Gebirges vergleichen, um auf die Entstehungs-Ursache der Thal-Erscheinungen zurück zu gehen. Bei dieser Betrachtung sehen wir uns in der Nothwendigkeit, an Manches zu erinnern, was schon im 25. Kapitel (S. 132 ff.) gesagt worden ist, wo wir von den Flußbetten gehandelt haben.

Die Hauptthäler werden, indem sie den Gebirgsketten parallel laufen, zugleich der Streichungslinie der Schichten folgen; die Nebenthäler dagegen die Schichten durchbrechen und wie Spalten erscheinen, deren abgerissene Enden sich in den unterbrochenen Schichten-Durchschnitten der zu beiden Seiten aufsteigenden Thalwände deütlich darstellen.

Dieser Unterschied veranlaßt die Benennung von Längen- und Querthälern, welche, sie mögen zur Streichungslinie der Berge ein beliebiges

Verhältniß haben, aus der Wahrnehmung der Schichtenrichtung schnell erkannt werden kann.

Escher, welcher unter den neüern Gebirgsforschern diesem schon früher bemerkten wesentlichen Unterschied der Thäler die Aufmerksamkeit zuwendete, hat zugleich gezeigt, wie sehr diese beiden Hauptabtheilungen mit dem verschiedenartigen äußern Ansehen der größern Gebirgsthäler insbesondere, — in denen der eigenthümliche Karakter vorzugsweise sehr deütlich entwickelt auftritt, — übereinstimmen. Immer muß die Bildung der Querthäler dann als eine Lücke erscheinen, und nur, je nachdem der Winkel, unter welchem sie die Schichten durchschreitet, sich mehr oder minder dem rechten nähert, muß ihr äußeres Ansehen verhältnißmäßig von dem der Längenthäler abweichen; stets müssen wahre Querthäler von steilen Wänden eingefaßt sein, an welchen die abgebrochenen Schichtenköpfe hervorragen, und wenn die Wasser der Längenthäler einen sanften und gleichförmigen Fall zeigen, müssen die der Querthäler über eine Reihe von Unebenheiten, den beim Zerreißen der Querspalte stehen gebliebenen Theilen der alten Verbindung, herabstürzen.

Dieser verschiedenartige Karakter läßt sich, wenn er gleich auch in den niederen Gebirgen entschieden vorhanden ist, vorzugsweise in den Alpen und den ähnlichen großen Gebirgen mit ausgezeichneter Deütlichkeit wahrnehmen.

Die ansehnlichsten Längenthäler sind, im mittleren Theile der Alpen, das Rhonethal im Wallis, vom Rhonegletscher am südlichen Abhange des Furka bis zu den Engen von Martinach, und das Innthal vom Ober-Engadin in Graubünden bis zu den Engen von Rattenberg unter Kufstein; das Vorder- und Hinter-Rheinthal (letzteres jedoch nur in seinen obersten Theilen). Die größten der alpinischen Längenthäler sind aber unstreitig das Sau- und Drauthal im östlichen Theil des Gebirg-Systems, und, falls man es zu den Alpen rechnen kann, das Thal der Donau von seinem Beginnen am Schwäbischen Jura bis zu den Engen bei Preßburg. Am kolossalsten tritt die Form der Längenthäler hervor in Asien, in den obern Gebieten des Sutledj, des Indus und des Yaro Dzangbo tsiu, die wahre Längenthäler, zugleich Hauptthäler der ersten und zweiten Ordnung durchziehen; das Thal des obern Hoang ho, des Jenissei, Irtuisch; in Amerika der Marañon innerhalb der Andeskette.

Dagegen stürzen in den Alpen all die wilden Bergströme, als die Reüß, die Linth, der Tessin, die Arve, welche aus dem Chamounithale herab kommt und der Fluß des Montblanc genannt werden kann, und so viele andere Flüsse in Querthälern; wir sehen ferner, daß die helve-

tischen Katarakten, vom Staubbach bis zum Rheinfall bei Schaffhausen, nur in Querthälern vorkommen, und eben so sind es allein Querthäler, welche in den Schweizerischen, Bairischen und Tiroler Alpen den Flüssen den Ausgang aus dem Gebirge gestatten, indem sie den Rand desselben zerschnitten haben. Alle diese Ströme treten nicht, von allmälig sich verflächenden Uferhöhen begleitet, sondern auf einmal, wie durch enge Thore, aus dem Gebirge hervor. So nennt man die Spalte, bei welcher der Rhone das Wallis verläßt, indem er bei St. Maurice aus dem weiten Thale desselben in den Querriß zwischen dem Dent de Morcles und dem Dent de Midi tritt, die Pforte des Wallis; so windet sich der Rhein durch das tiefe Schamser Thal und zwischen den Appenzeller und Vorarlberger Alpen in tiefer enger Schlucht durch; so treten alle die bairischen Flüsse, die Iller, der Lech, die Isar, aus Einschnitten in der Mauer der Kalkalpen, welche sich früher kenntlich machen, schnell in die fast wagerechte Ebene von Baiern; der Inn stürzt sich unterhalb Kuffstein, nachdem er zuvor ein weites offenes Längenthal gebildet, plötzlich in die engen Spalten von Rattenberg und verläßt das Gebirge bei Rosenheim; so thut es weiterhin die Salzach, welche, nachdem sie oberhalb das lang gedehnte Thal des Pinzgau gebildet hat, plötzlich unterhalb Werfen in die furchtbare, enge, fast zwei deütsche Meilen lange Felsenschlucht von Golling tritt, mit welcher sie die Kette des Watzmann durchbricht, um dann bei Salzburg schnell das Gebirge zu verlassen; so thut es die Traun kurz unterhalb des Traun-Sees; so die Enz u. s. w.

Besonders reich an enggespaltenen Querthälern ist, nach Charpentier's Zeügniß, die Kette der Piräneen, eng sind besonders die Öffnungen des Garonne-, des Aure- und Aspe-Thales, und Längenthäler kennt man in diesen Gebirgen nur als Schluchten und schmale Einschnitte von unbedeütender Längen-Ausdehnung. Aber alle diese Querthäler europäischer Gebirge verschwinden hinsichts der Großartigkeit vor den Querthälern des Himalaya, wo die gewaltigsten Ströme aus ihnen hervorbrechen. Der Ganges, die Djumna fließen während ihres Oberlaufs nur in Querthälern; der Sutledj durchbricht nicht eine Kette, nein, das ganze System der Himalaya-Ketten, selbst die höchste Schneekette in einem Querthal, das senkrecht auf der Längenaxe des Gebirgs steht; eben so ist es mit den Querthälern des Indus und Dzangbo tsiu der Fall, deren nähere Verhältnisse jedoch noch verschleiert sind.

Was wir in niedrigen Gebirgen und Hügelländern von Erscheinungen dieser Art sehen, wiederholt uns im Kleinen dasselbe Phänomen. Die eng gespaltenen Klüfte, mit welchen z. B. die Harzbäche den nördlichen

Gebirgsrand verlassen und schnell in die Ebene treten, besonders die schauerlich schöne Roßtrappen-Kluft, das Ilsen- und Ockerthal zeigen im Wesentlichen dieselben Verhältnisse, und selbst noch die Erscheinungen der Westfälischen Pforte, des Durchbruches der Elbe zwischen Tetschen und Königstein, der Austritt der Unstrut bei der Sachsenburg zwischen den Kalksteinwällen der Hainleite und Schmücke, ja endlich sogar die flachen Vertiefungen, in welchen die Lausitzer Neiße unterhalb Muskau und die Spree bei Spremberg die Verlängerung des Flümings durchbrechen, sind scharf genug bezeichnet, um darzuthun, daß ein und derselbe Grundkarakter der Thäler in den verschiedensten Gegenden der Erdoberfläche wiederkehrt.

Merkwürdig und besonders für die Kenntniß der Bildungsgeschichte der Querthäler von hohem Interesse ist die Beachtung der Gestalt, welche die meisten derselben vorzugsweise in den größeren Gebirgen zeigen. Ihre Gestalt und der Lauf ihrer Ströme besteht in einer Reihenfolge von scharfen Absätzen. Ihr Aufsteigen in's Innere des Gebirges ist stufenförmig. Lange fast wagerecht fließend, sieht man ihre Ströme plötzlich in einer Reihe oft stundenlanger Stürze herabfallen, um dann auf's Neüe sich wagerecht zu verbreiten und später von Neuem wieder herunterzustürzen. Die Gegenden, welche der wagerechte Lauf durchschneidet, sind weitgedehnte Flächen, oft sumpfig, und so langsam und schlängelnd durchflossen, daß die Ströme durch Dämme beschränkt werden müssen. Rings von steilen Felsen umgeben, lassen sie dem austretenden Wasser nur eine enge Spalte zum Abfluß, durch welche es tobend bis zur nächsten Fläche sich durchwindet; solcher etagenweise über einander aufsteigenden Becken kennt man bei den meisten Alpenthälern wenigstens drei, und zuweilen bis fünf. Die höchsten derselben liegen oft 1100' bis 1300' über dem Meere, und haüfig nimmt ein Thal, ohne vorher einen Einschnitt zu zeigen, gleich mit einem solchen Becken in der Nähe des Hauptkamms seinen Anfang. So haben wir bereits auf das Reüßthal hingewiesen, das von der Höhe des Gotthard-Passes bis zum Vierwaldstädter See auf drei über einander liegenden Stufen stürzt. Mehrere andere Fälle dieses stufenförmigen Absetzens sind im 25. Kapitel nachgewiesen (S. 140—142), lauter Beispiele, welche aus dem eüropäischen Alpengebirge entlehnt sind, und die leicht durch viele andere aus dem Himalaya rc. vermehrt werden könnten.

Schon der erste Anblick scheint zu beweisen, und die deßhalb angestellten Untersuchungen bestätigen es überall, daß diese durch Spalten verbundene Thalflächen einst die Becken von Seen gewesen sind, welche erst, nachdem diese Spalten geöffnet worden, ihren Abzug genommen haben.

Große geschlossene Wassermassen haben etagenweise über einander die Abhänge des Gebirges bedeckt und sich nach Oeffnung der Querthäler allmälig in einander ausgeleert. Der Boden dieser Kessel ist mit Sumpf und Torfmooren, mit Geschieben der umgebenden Berge, mit Sand u. s. w. in wagerechten Lagen bedeckt, Erscheinungen, die man überall in den Alpen wahrnehmen kann; so fand es Saussure im Chamouni-Thal, Wyttenbach hat es vom Haßli-Thal erwähnt und L. v. Buch vom Thale der Gosen. Viele dieser Wasserspiegel sind, selbst nachdem ein Abfluß entstanden, zum Theil noch an ihrer Stelle geblieben, und Ebel zählt in den Hochthälern der Alpen deren mehr als sechszig auf, welche in einer Höhe von 800' bis 1200' liegen. Viele derselben sind bis eine Stunde, die kleinsten nur einige hundert Klafter lang und die meisten sieben bis neün Monate im Jahr mit Eis bedeckt.

In den Piräneen scheint, vorzüglich auf den nordwärts gerichteten Abhängen, die Zusammensetzung der höheren Querthäler aus einer Reihe von Seebecken, welche durch Spalten mit einander verbunden sind, außerordentlich scharf ausgesprochen zu sein und großartig wiederzukehren. In vielen dieser Circus oder Oules, welche besonders im höchsten Gebirge ganz unzertrümmert sind, haben sich die Seen theils noch erhalten, theils sieht man die Spuren des vormaligen hohen Wasserstandes durch die Benagung der umgebenden Felswände; die Spalten, welche sie verbinden, zeigen oft herrliche Kaskaden (so im Thale von Cauterez), und wo mehrere derselben in einem Punkte zusammenkommen, pflegen die Becken besonders groß zu sein.

Auch bei den ausgezeichneteren Querthälern der niedrigen Gebirge läßt sich das Dasein vormaliger Landseen nachweisen, welche vor ihrem Durchbruch große Landschaften überflutheten. So war, wir erinnern daran, ein großer Theil von Böhmen ein See, bevor das Querthal der Elbe ihm Abfluß gab; die Weser hat wahrscheinlich die Ebene der Grafschaft Ravensberg und ihre nächsten Umgebungen bedeckt, bevor sie durch die Westfälische Pforte ihren Abzug nahm; die Wasseransammlung am nördlichen Fuß des Riesengebirges, da, wo jetzt Hirschberg, Warmbrunn rc. stehen, lief ab, als das Querthal des Bodens entstand, und hinter dem Durchbruch der Unstrut an der Sachsenburg bei Heldrungen zwischen der Hainleite und Schmücke lag ein großes Wasserbecken, dessen sumpfiger Boden sich südlich der Sachsenburg bis in die Gegend von Erfurt ausbreitet. Beispiele für ein solches Verhältniß im kleinern Maßstabe bieten alle niedrigen Gebirge und selbst die Hügelländer in Fülle dar; so deütet in den norddeütschen Flächen, in dieser Ebene des aufgeschwemmten Bodens,

im ungeschichteten lockeren Terrain an den Ufern der Oder, der Elbe und Weser eine große Zahl von Erscheinungen auf das Dasein wahrer Längen- und Querthäler hin.

Ganz wie diese Vertiefungen, welche die Querthäler verbinden, zeigt sich auch das Verhalten der großen Längenthäler im Innern der Gebirge; auch sie sind der Boden großer Seen gewesen, die vermittelst der Querthäler den Abfluß aus den Gebirgen erhielten. Im Wallis erkannte Saussure die Spuren von fünf an einander gereihten, durch schmälere Einschnitte und sanftere Stufen verbundene Seebecken, deren gemeinsame Öffnung das Querthal von Martinach war; so war das obere Salzach-Thal nach L. v. Buch's Zeügniß ein See, bevor sich die Spalte von Golling aufthat, und Ebel hat ähnliche Verhältnisse bei den übrigen nachgewiesen; er behauptet, daß alle Längenthäler über 330' Höhe stets die Spuren solcher wechselseitigen Verengungen und Erweiterungen zeigen, wie die Querthäler im Großen, Beweises genug, daß die letzteren gerissen sind, als die ersten schon lange gebildet waren.

Gleicher Natur sind auch die wasserreichen Seebecken des niederen Theiles der Schweiz, der Ebene von Baiern und des südlichen Alpenrandes in Oberitalien, unter denen der Genfer See, der Brienzer und Thuner See, der Vierwaldstädter, der Boden-See, der Atter und Walchen See, der Tegern See und die Salzburger Seen, der Lago maggiore, Lago di Como, Lago di Lugano, di Garda 2c. die bekanntesten sind; sie bezeichnen meist die unterste wagerechte Stufe, auf welche indeß bei einigen noch ein Sturz folgt, z. B. beim Boden-See, Genfer See; sie liegen alle an den Ausgängen der größeren Querthäler und sind besonders an ihren in's Gebirge eindringenden Enden mit oft 800' bis 1000' hohen steilen Felswänden umgeben; das Niveau ihres Wasserspiegels hält sich meist in einer Meereshöhe von 160' bis 250'; doch erreichen und übersteigen einige, besonders die in der Hochfläche von Baiern, selbst 400' (z. B. der Schlier-See). Vor Allem ist ihre Tiefe merkwürdig; sie steigt zuweilen über 150' (der Genfer See bei la Meillerie 158' nach Saussure), eine Erscheinung, welche die Äüßerung von Tralles rechtfertigt, daß man in der That in den Alpen weniger die Höhe der Berge, als die Tiefe der Seen bewundern müsse. Nach L. v. Buch soll einer, freilich nicht ganz verbürgten, Angabe zufolge die Tiefe des Traun-Sees im österreichischen Salzkammergut, hart an der Küste, wo das Ufer sich an der Wand des Traunstein unmittelbar mehr als 500' senkrecht erhebt, gegen 300' betragen; hier findet also 800' tief ein ununterbrochener plötzlicher Absturz der aus Salzburg herüberstreichenden hohen Alpenkette Statt. Tiefen der benachbarten

Seen (des Hellstädter, König-Sees ɛc.) von 100' bis 120' und darüber sind erwiesen; sie erscheinen in der That um so auffallender, wenn wir an die große Masse von Schlamm und Geschieben denken, mit welchen der Grund dieser Kessel seit Jahrtausenden durch die Gebirgsbäche, welche in sie münden, erfüllt worden sein muß, und wenn wir bedenken, daß selbst größere Binnenmeere in weiter Entfernung von den Küsten diese Tiefe einzelner Landseen nicht erreichen (s. I. Band, S. 408 ff.).

Wir sind im Allgemeinen gewöhnt, die Thäler als Ausfurchungen des Wassers zu betrachten, und ausgezeichnete Naturforscher des vergangenen Jahrhunderts, Bourguet, Buffon, Pallas, Werner ɛc. haben diese Ansicht vertheidigt; versuchen wir indeß, sie auf die Erscheinungen der größern Gebirgsthäler anzuwenden, so wird ihr Karakter unstreitig ein erhöhtes Interesse für uns erhalten, wenn wir sehen, daß sich diese Vorstellung an ihnen nicht durchführen läßt. Bourguet glaubte bei seinen Gebirgsreisen, namentlich in den Alpen, zu bemerken, daß alle Thäler in der Windung ihres Laufs mit entsprechenden ein- und ausspringenden Winkeln versehen wären (correspondance entre les angles saillants et rentrants), und darin einen entscheidenden Beweis zu finden, daß es die Windungen eines Stromes gewesen wären, welche diese Erscheinung erzeugt hätten. Er nahm diese Gestalt als eine gesetzmäßige Grundgestalt aller Thäler an, und was daraus hervorging, ward besonders von Buffon, der diese Entdeckung den Schlüssel der Erdbildung (la clef de la théorie de la terre) nannte, mit Enthusiasmus ergriffen; selbst einer der ersten Naturforscher der Gegenwart war in den früheren Zeiten seiner Forschung sehr dafür eingenommen, und auch d'Aubuisson gesteht ihr noch bedeütende Wichtigkeit zu. Wenn wir davon absehen, ob denn wirklich das, was Bourguet erwiesen glaubte, in der That auch der einzige Schluß sei, welchen wir aus seiner Wahrnehmung ziehen können, und ob nicht auch ungleichförmig reißende Spalten im Gebirge ganz denselben Karakter ein- und ausspringender Winkel zeigen würden, wenn sie seitwärts aufklaffen, so liegt doch am Tage, daß sein Grundsatz auf die Gestalt unserer Stufenthäler nicht anwendbar sei. Statt der korrespondirenden Windungen sehen wir hier eine Reihenfolge von Erweiterungen und Zusammenziehungen, einem vorspringenden Winkel tritt ein ähnlicher von der gegenüberliegenden Seite entgegen, und wo die eine Thalwand ausweicht, um einen korrespondirenden Winkel zu bilden, thut es auch die gegenüber liegende. Daher hat denn auch schon Saussure die Unrichtigkeit der Bourguet'schen Regel in den Alpen erkannt; eben so fand Pallas, daß sie in den sibirischen Gebirgen nicht anwendbar sei, nächst ihm Pini ɛc.;

Saussure läßt sie jedoch in den am jüngsten entstandenen Thälern gelten.

Wenn wir als erwiesen betrachten dürfen, daß die Seebecken der Alpen und aller Hochgebirge, nicht minder auch der niedrigen Gebirge einst geschlossene Kessel waren, bevor die verbindenden Querspalten ihren Wasserspiegel erniedrigten oder ganz zum Abfluß brachten, so verdoppeln sich die Schwierigkeiten, sie durch Auswaschung erklären zu wollen. Wir haben alsdann zwei spät nach einander erfolgte Phänomene zu erklären, welche durch verschiedene Ursachen herbeigeführt worden seyn können, die Entstehung der Kessel und die der Verbindungs-Kanäle. Haben die Kessel den Karakter der Querthäler, so müssen sie durch eine zerstörende Kraft entstanden seyn, welche die steilen zusammenhaltenden Schichten zerbrochen hat.

Wenn wir, mit Ebel und Pallas, große Meeresströme zu Hülfe nehmen könnten, die, von den Gebirgen herabstürzend, solche Löcher gestoßen haben sollen, so suchen wir doch von dem Wege, welchen sie genommen haben müßten, vergeblich die Spuren; denn die Furchen zwischen diesen Löchern sind ja erst später entstanden, und daß solche Ströme nicht gewirkt haben, würde leicht schon aus diesem einfachen Umstande folgen. Überdieß können senkrechte Wände, wie L. v. Buch schon bei seinem ersten Besuch in den Alpen bemerkte, kein Werk einer allmäligen Auswaschung sein, welche nur sanfte Abhänge und muldenförmige Vertiefungen schafft, und wohin sollten denn die Trümmer der ausgerissenen Lücke aus dem Boden oft mehr als 1000′ tief geschlossener Kessel gekommen seyn? Angemessener ist es daher und mit der Natur hoher schmaler Gebirgsketten nicht im Widerspruch, die Ursache der ausgebrochenen Gesteinslücke in der Tiefe zu suchen. Einstürze, welche in dem Gebiet solcher gewaltsam erhobenen Gebirgsmassen in weniger unterstützten Punkten vorfallen mußten, erklären genügend ihre Erscheinung; senkrechte Spalten, durch welche diese Ketten bei ihrer Erhebung geborsten waren, bewirkten die steilen Abstürze der umgebenden Ufer, und die Gewässer, welche von ihnen herabfloßen, deckten den Abgrund.

Ganz anders dagegen würden wir uns die Entstehung der Erweiterungen bei den Längenthälern zu denken haben. Der Druck, welcher ihre sich immer vermehrende Masse erzeügt, mag den schwächsten Theil dieser Wände endlich durchbrochen und die schmalen Verbindungs-Kanäle dieser Becken gebildet haben; Vorgänge, wie sie heüte noch der Ausbruch der Seen zeigt, welche sich in verschütteten Thälern bilden. Spalten im Gestein konnten ebenfalls solche Durchbrüche erleichtern, und wenn ein

oberer See sich in einen untern ausleerte, mußte der Druck des übertretenden Wassers plötzlich ungeheüer vermehrt werden, und so konnten die Ströme gleichzeitig mit den natürlichen Trennungen der Gesteine zur Bildung der Querthäler wirken; die Spalten mußten erweitert und ausgetieft werden und selbst jetzt noch müssen, wie das auch namentlich Ebels Beobachtungen in den Alpen bestätigen, die Bergströme sich ein tieferes Rinnsel schneiden. Es zeigen daher viele Engpässe deütliche Spuren, daß einst der Strom, welcher jetzt in ihrer Tiefe braust, in größerer Höhe sich durchbrach. L. v. Buch sah im Gollinger Paß in bedeütender Höhe reihenweise übereinander große Löcher von 3 bis 4 Fuß Durchmesser in die Kalksteine gestoßen, welche er für eine Wirkung der Salza erkannte; dasselbe ist im Granit der tiefen Spalte über dem Wildbad gesehen worden. Ähnlicher Beschaffenheit sind offenbar auch die runden, mehrere Schuh breiten und beträchtlich tiefen Löcher, welche Saussure in den Wänden des Kanals über dem Verschwinden des Rhone fand. Oft sehen wir über den jetzigen Thalgründen senkrechte mehr als hundert Klafter hohe Felswände aufsteigen, auf deren Rücken sich fruchtbare Flächen ausbreiten, die zu beiden Seiten der höheren ältesten Thalwände in gleichem Niveau liegen; so fand es Ebel in den Alpen, so Charpentier höchst ausgezeichnet in den Piräneen wieder, wo im Thal von Lavedan die Plateau's von Convelie und Camplong besonders die Aufmerksamkeit fesseln. Beide Naturforscher haben diese Flächen, welche oft die höchsten Gebirgsdörfer mit ihren umgebenden Ländereien tragen, wol mit Recht für die Reste des früheren Thalbodens angesehen, welcher durch Zerspaltung und Auswaschung der Gewässer zerschnitten ward; und so wird denn auch durch diese Beobachtung die vorgetragene Ansicht von der wahrscheinlichen Bildungsweise der Querthäler neüe Wahrscheinlichkeit erhalten.

Wie die Spalten und die Kraft der Gewässer bei der Öffnung der Gebirgskessel wechselseitig auf die Richtung der Thäler gewirkt haben, läßt sich in der Anwendung auf einzelne Fälle nur durch Rücksicht auf lokale Verhältnisse in der Anordnung der Gebirgsmassen ausmitteln. Wo, wie bei Werfen, Ketten von 800' Höhe und meilenlanger Breite durchschnitten sind, mag wol Spaltenbildung vorzugsweise die mächtigste Ursache jenes Durchbruches sein; mehr noch aber führt uns das nicht selten bemerkte Gabeln der Thäler zu der Nothwendigkeit, ursprüngliche Zerreißung der Ketten bis auf ihre Grundflächen vorauszusetzen. Fälle, wie sie z. B. das Rheinthal bei Sargans zeigt, lassen kaum eine andere Erklärung zu; dort scheint es durchaus zufällig, ob der Fluß seinen Lauf nach dem Boden-See oder durch den Wallenstädter- und Züricher-See

nach der Aar nehmen will; beide Wege, welche von hohen Gebirgsketten umschlossene Thalgründe bilden, stehen ihm gleichmäßig offen, es ist nur eine Fläche von kaum 20 Fuß Erhebung (nach Weiß 19,3 Fuß), welche sie scheidet und die bei hohen Fluthen stets in Gefahr ist, überschritten zu werden; der Fluß konnte nur eines dieser Thäler sich brechen und zwar nur im Fall das andre noch nicht geöffnet war. Welches aber ist früher als das andere vorhanden gewesen, welches die Spalten- und welches die Arbeit des Stromes? Als wahrscheinlicher ist es wol anzunehmen, daß nur zwei kreuzend gleichzeitige Spalten sich bei Sargans begegnen. Ähnlich sind die Betrachtungen, welche die Spaltung des Thales vom Lago di Como veranlaßt; nur der östliche Schenkel hat einen Ausfluß (durch die Adda), der westliche spitzt sich bei Como scharf ohne Fortsetzung aus; ihn konnte das Wasser nicht bilden.

Eine der ausgezeichnetsten Spalten-Bildungen, welche einem Flußbette den Durchgang verstattet, ist ohne Zweifel auch der Theil des Rhone-Thales unterhalb Genf, welcher unter dem Namen des Verschwindens des Rhone (la perte du Rhone) bekannt ist. Nach der Beschreibung Saussure's sieht man diesen Strom, welcher, sobald er die Ebene von Genf verläßt, zwischen den Ketten des Jura den engen Paß von l'Ecluse erreicht, in eine enge Spalte treten, in welcher seine Breite, die bei Genf noch 213 Fuß beträgt, auf 15 bis 16 Fuß vermindert wird; dann stürzt er in einen engen Felsentrichter, dessen Felsen sich einander auf eine Breite von kaum 2 Fuß nähern, und tritt in einen tiefen schmalen Kanal, von pralligen Felswänden umgeben, in welchem er etwa sechszig Schritt lang von übergestürzten Felsblöcken verdeckt wird. Wo der Strom wieder hervorkommt, laüft er noch eine lange Strecke in einen schmalen Kanal mit scharf senkrecht abgeschnittenen Ufern, über welchen sich die an den Rändern gepflanzten Baüme zusammenwölben. Da sein Bette hier nur eine Spalte ist, und er keinen Raum hat sich auszubreiten, so steigt die Wassermasse bei Anschwellungen in ungeheürem Grade; so war sie, nach Saussure's Bericht, im Sommer 1774 bei der Brücke von Lucy 54½ Fuß über ihren gewöhnlichen Stand getreten. Die Spalte des Verschwindens soll jährlich mehr ausgetieft werden.

Solche natürliche Brücken, welche über Flüsse in Spalten durch einstürzende Felsmassen gebildet werden, kennt man noch an mehreren Orten von ausgezeichneter Größe. Berühmt ist die Rockybridge in Virginien, welche einen Bogen von 102 Fuß Breite über einen steil eingefaßten Abgrunde von 150 Fuß Tiefe bildet; der übergestürzte Felsblock ist 50 Fuß dick, und in der Tiefe des Schlundes fließt ein ganz unbedeütender

Bach, welchem diese Bildung zuzüschreiben eine Lächerlichkeit sein würde. Ein Seitenstück zu ihr ist der Pont d'Arc im Departement de l'Ardeche, 103 Fuß hoch über dem Felsenthale der Ardeche, welche in die Wände des Kalksteins so ungeheüre Löcher gestoßen hat, daß man mit einem Nachen hineinfahren könnte.

Eine andere Erscheinung dagegen, die Ebel besonders an den Ausgängen der Thäler bemerkte, zeügt entschieden für die große Gewalt der Zerreißung, welche die Wässer noch in spätern Perioden der Thalbildung ausübten. Es sind die einzeln stehenden Hügel, welche oft 30' bis 50' hoch und kegelförmig in der Mitte der Thäler auftreten und der landschaftlichen Ansicht der Gegend durch ihre isolirte Stellung und eigenthümliche Gestalt einen besondern Reiz geben. So namentlich die Hügel im Wallis zwischen Sion und Leuk; in Graubünden zwischen Chur und Reichenau u. s. w. Ihre Masse besteht aus Geschieben und Alpenschutt, und die dem Lauf des Stromes entgegengesetzte Seite zeichnet sich vor den andern durch steile Neigung und Abgerissenheit aus; sie sind die stehengebliebenen Theile einer vormals allgemein verbreiteten Schuttdecke, welche die Höhe ihrer Gipfel mit einander verband und die, später zerrissen, nur in diesen Inseln eine Spur ihres Daseins zurückließ. So werden auch alle unsere norddeütschen Flüsse, bevor sie in die aufgeschwemmte Ebene eintreten, von Schutthügeln begleitet, welche nur aus den, oft sehr charakteristischen Geschieben, die sie mitbringen, zusammengesetzt sind und sich oft mehr als 20' über das gegenwärtige Niveau ihres Spiegels erheben.

Dieser großen Manchfaltigkeit, welche die Entwickelung der Querthäler zeigt, steht die Gleichförmigkeit und Einfachheit im Karakter der Längenthäler sehr eigenthümlich und bezeichnend gegenüber. Ihre Bildungs-Verhältnisse liegen viel offener vor Augen und beschränken sich auf eine geringe Zahl von Möglichkeiten, die wir leicht aus der Richtung von Schichten in ihren Thalwänden hernehmen. Die Verschiedenheiten, welche in dieser Beziehung vorkommen können, sind dreifach:

1. Die Schichten beider Thalwände können einander zufallen, dann hat der Boden der Thäler eine Mulden-Gestalt.
2. Die Schichten beider Thalwände können von der Vertiefung abwärts fallen, dann werden diese Abhänge durch die Schichtenköpfe gebildet.
3. Die Schichten der einen Thalwand können dem Thale zu-, die andern von ihm abfallen; dann wird eine Wand von den Schichtenflächen, die andere von ihren Köpfen gebildet.

Alle Gebirge, sie mögen groß oder klein, hoch oder niedrig sein, geben

zahlreiche Beläge für das Vorkommen dieser verschiedenen Grundgestalt. Leicht unterscheidet ein geübtes Auge die Verschiedenheiten, welche diese Bildung dem Ansehen der Oberfläche giebt; der erstere Fall giebt beiden Thalrändern eine meist sanfte und gleichförmige Neigung; der zweite wird sie abschüssig und rauh zeigen, und im dritten Falle wird eine Thalwand sanft, die andere dagegen rauh und klippig sein. Die Bildungsweise der Thäler der ersten und zweiten Art ist unmittelbar mit der Entstehung der Gebirge verknüpft. Als die Schichten ihre Stellung erhielten, werden auch diese Verbindungen entstanden sein, sie muß ihnen gleichzeitig sein, und wir können daher Thäler dieser Art mit Recht, nach Saussure's und Escher's Vorgange, die ältesten und ursprünglichen nennen, sie mußten erzeügt werden, als die Berge sich in der Streichungslinie ihrer Schichten erhoben, die erstern durch Senkung, die zweiten durch Zerreißung, an beiden kann die Wirkung der Gewässer keinen ursprünglichen Antheil haben. Erstere sind unstreitig die haüfigsten, zugleich die längsten und weitesten, letztere können nur vorkommen, wo ein bogenförmiges Schichten-Profil so weit hinaufgetrieben wird, daß sein Rücken gebrochen wurde (Rheinthal zwischen Vogesen und Schwarzwald). Die dritte Gattung von Längenthälern, diejenigen, welche Buckland Entblößungs-Thäler (Valleys of denudation) genannt hat, ist die einzige, bei deren Bildung wir die Auswaschung der Gewässer zu Hülfe nehmen können. Sehr interessant ist es für die Vorstellung ihres Ursprunges, daß sie sich besonders haüfig auf der Scheidung der Gebirgsarten einstellen, wo die Ungleichförmigkeit der Masse dem Einfurchen der Gewässer besonders günstig zu sein scheint. Beispiele dafür bietet unter andern, besonders im Großen, das Innthal, welches von Landeck, Innspruck vorüber, bis nach Kuffstein stets auf der Scheidung der Uralpen von dem nördlichen Gürtel der Kalkalpen fortlaüft und in der verschiedenen Gestalt seiner Wände ein sehr eigenthümliches Ansehen erhält. Im Norddeütschen Berglande ist der Karakter eines solchen Längenthales nirgends deütlicher ausgesprochen als im Laufe der Weser von Karlshafen bis Holzminden, und von Hameln bis Vlotho. Dort, in der obern Strecke, ist, wie uns Fr. Hoffmann's und eigene Beobachtungen gelehrt haben, das rechte Ufer sanft von dem gleichsinnigen Abhange des Solling gebildet, während an dem linken die Berge des Kalkstein-Plateaus von Paderborn sich scharf mit widersinnigem Schichtenfall aufrichten; unterhalb dagegen ist das Verhältniß umgekehrt: die schöne Weserkette beginnt bei Hameln mit widersinnigem Abfall und kehrt dem Thale seine Felsenstirn mit den Wänden des Hohenstein, der Lühdener Klippe und anderer ausgezeichneten

Felsenreihen zu, während gegenüber die Berge der Grafschaft Schaumburg, von Lippe und Vlotho gleichsinnig mit sanftem Fallen aufsteigen. Weiter oberhalb zwischen Karlshafen und Münden giebt dasselbe Thal ein ausgezeichnetes Beispiel von der Form der Längenthäler erster Gattung zwischen den Abhängen des Bremwaldes und Rheinhardswaldes in gleichförmiger Mulde fortsetzend. Karakteristisch unterscheidet sich derjenige Theil des Weserthales, welcher zwischen Polle und Bodenwerder liegt, so wie die Gegend der Westfälischen Pforte durch die ausgezeichnete Form eines Querthals.

Ein und vierzigstes Kapitel.

Karakteristik der Flachländer der Erde, Steppen, Savanen, Wüsten. A. von Humboldt's Schilderung der Llanos von Südamerika. Die Savanen Nordamerika's. Die Sahara. Wüsten und Steppen in Asien. Sibirien.

Was uns im Einzelnen von beschränktem Standpunkte betrachtet als Berg und Thal erscheint, das wiederholt sich im Großen auf der Erdoberfläche unter den Formen der Gebirgs- oder Hochländer und Flachländer der Erde. Die ersteren entstehen, wenn die Berge zu größeren, selbstständigen Massen erhöhten Landes zusammentreten; die letzteren dagegen bilden sich, wenn die Thalform in solcher Ausdehnung herrscht, daß wir in ihrer größten Verbreitung nicht mehr an die begränzenden Bergmassen erinnert werden. Sie unterscheiden sich von den Gebirgsländern nicht nur durch ihre — relativ oder absolut — tiefere Lage, sondern auch durch eine unbedingte Gleichförmigkeit ihrer Oberfläche; der Unterschied zwischen Bergen und Thälern ist in ihnen verschwunden oder tritt wenigstens in so unbedeütender und gleichsam zufälliger Nachahmung der früheren Verhältnisse auf, daß er den Karakter der Ebene nicht wesentlich ändert. Diese Theile der Erdoberfläche sind frei von den Zerstörungen, den gewaltigen Hebungen und Senkungen geblieben, welche den Gebirgsgegenden einen so hohen Grad eigenthümlicher Manchfaltigkeit geben; denn während hier die Differenz zwischen hoch und tief auf kürzestem Raum nach Tausenden von Klaftern gemessen werden kann, gehört es dort schon zu den Seltenheiten, sie nach Hunderten zu schätzen, und die Oberfläche tritt da, wo sie das öde Einerlei der oft wagerechten Ebene zuweilen unterbricht, nur in wellenförmigen Linien auf, deren Zusammenhang selten bestimmt

verfolgt werden kann. Diese Flachländer scheinen sich noch in dem ursprünglichem Zustande zu befinden, wie sie aus den Fluthen des Gewässers emporgetaucht sind, und bestehen daher auf der Oberfläche in der Regel auch aus den jüngsten Bildungen desselben, den lose aufgeschütteten Thon-, Sand- und Rollkiesel-Schichten des aufgeschwemmten Landes.

Man pflegt diese Ebenen nach dem mehr oder minder von organischem Leben, Bepflanzung und Bewohnung entblößten Zustande, in welchem sie sich befinden, in Wüsten und Steppen zu unterscheiden, erstere ganz frei davon, nichts als todte, unbewohnte Fläche, dem Menschen und den mächtigen Einflüssen der Vegetation unbezwingbar in ursprünglicher Rohheit; letztere dagegen zum Theil reichlich mit Gramineen oder kleinen Gewächsen der Klasse der Dicotyledonen und mit animalischem Leben bedeckt, und nur durch ihre Einförmigkeit ermüdend. Wüsten und Steppen *) findet man in allen Zonen, in der alten wie in der neüen Welt, aber nirgends zeigen sich letztere so wagerecht, so der Oberfläche des Oceans entsprechend als in Südamerika.

Niemand hat diese Form der Erdoberfläche schöner geschildert als A. von Humboldt, theils in seinen „Ansichten der Natur," theils in dem „historischen Bericht über seine Reise nach den Äquatorial-Ländern des neüen Kontinents." Vergeblich würde es sein, das köstliche Gemälde in einen neüen Rahmen fassen zu wollen; es könnte dabei nur verlieren; wir lassen darum den Verfasser selbst reden, indem wir uns bemühen, den in französischer Sprache gefaßten Ausdruck möglichst treü wieder zu geben.

Die Sonne, — beginnt er, beim Eintritt in das Bassin der Llanos, — stand fast im Zenith, der Boden hatte überall, wo er nackt und von Pflanzenwuchs entblößt war, eine Temperatur, welche bis auf 48° und 50° stieg. Kein Lüftchen ließ sich spüren in der Höhe, in der wir uns auf unsern Maulthieren befanden; dennoch erhoben sich, mitten in dieser scheinbaren Ruhe, unaufhörlich Staubwirbel, von schwachen Luftzügen getrieben, welche nur die Oberfläche des Bodens bestreichen und Temperatur-Unterschiede erzeügen, die dem nackten Sande und den Grasstellen mitgetheilt werden. Diese Sandwinde vermehren die erstickende Hitze der Luft. Jedes Quarzkörnchen, heißer als die es umgebende Luft, strahlt nach allen Seiten, und es hält schwer, die Temperatur der Atmosphäre zu

*) Steppe ist ein russisches Wort und bedeütet eine große, unbewohnte und waldlose Strecke flachen Landes, synonym mit Haiden, Landes, Savanen oder Prairien, Pampas, Llanos (von loca plana, mit Weglassung des p).

messen, ohne daß die Sandkörner gegen die Thermometerkugel schlagen. Alles um uns her, die Ebenen schienen zum Himmel zu steigen, und diese weite, stille Einöde zeigte sich unsern Augen wie ein Meer, das mit Seetang oder pelagischen Algen bedeckt ist. Je nach der ungleichen Masse der in der Atmosphäre schwebenden Dünste, und nach der veränderlichen Abnahme der Temperatur der übereinander gelagerten Luftschichten war der Horizont an einigen Stellen klar und scharf abgeschnitten; an andern wellend, gekrümmt und wie gestreift. Die Erde vermischte sich dort mit dem Himmel. Mitten durch die trocknen Nebelbänke sah man in der Ferne Palmenstämme. Ihres Laubes und ihrer grünen Wipfel beraubt, glichen diese Stämme Schiffsmasten, die man am Horizont erspäht.

Es liegt etwas Erhabenes, aber Trauriges in dem einförmigen Schauspiel dieser Steppen. Alles in ihnen scheint unbeweglich; kaum daß zuweilen der Schatten einer kleinen Wolke, die durch den Scheitelpunkt geht und die Nähe der Regenzeit verkündet, auf die Savane fällt. Ich weiß nicht, ob das Gefühl der Überraschung beim ersten Anblick der Llanos nicht eben so groß ist, als beim ersten Anblick der Andeskette. Die Gebirgsländer, wie hoch auch ihre höchsten Spitzen sein mögen, haben eine analoge Physiognomie; aber nur mit Mühe gewöhnt sich das Auge an die Llanos von Venezuela und Casanare, an die Pampas von Buenos Ayres und des Chaco, die unaufhörlich, und während Reisen von zwanzig bis dreißig Tagen an die glatten Wasserspiegel der Tropenmeere erinnern. Ich hatte die Llanos oder Ebenen der Mancha, in Spanien, gesehen und die Haiden, die sich von der äußersten Spitze Jütlands durch Lüneburg und Westfalen *) bis an die Mündung der Schelde erstrecken. Diese Haiden sind wahre Steppen, denen der Mensch seit Jahrhunderten nur kleine Flecken für den Pflug hat abgewinnen können; aber diese Ebenen des westlichen und nördlichen Europa geben nur ein schwaches Bild von Südamerika's unermeßlichen Llanos. Im Südosten unseres Erdtheils, in Ungarn, zwischen der Donau und der Theiß, in Rußland, zwischen dem Borysthenes, dem Don und der Wolga **) trifft man jene

*) Die ebensten Gegenden dieser Haiden finden sich, nach Humboldt's Bemerkung, zwischen Oldenburg und Osnabrück, bei Friesoithe im Saterlande; demnächst aber, läßt sich hinzufügen, u. a. auch zwischen der Ems und dem Teütoburger Walde, der mauerartig aus der völlig glatten Oberfläche des Haidelandes emporsteigt; der Fuß dieses Bergwalles, z. B. bei Halle, Iburg, Lengerich, liegt nur ein Paar Toisen höher als das Niveau der Ems.

**) Von den Mündungen der Donau längs der Küste des Schwarzen Meeres bis zum Ausfluß des Don (beide Ströme heißen im Türkischen Donna) schließen

ungeheüern Triften, welche durch ein langes Verweilen der Gewässer geebnet worden zu sein scheinen und die den Horizont auf allen Seiten begränzen. In den Ebenen Ungarns, da, wo ich sie durchschnitten habe, auf der Gränze Deütschlands, zwischen Presburg und Ödenburg, wird die Einbildungskraft des Reisenden durch den Zauber der Luftspiegelung beständig rege gehalten; doch findet sich ihre größte Ausdehnung weiter gegen Osten, zwischen Czegled, Debreczin und Tittel. Es ist ein Meer grüner Triften mit zwei Ausgängen, der eine bei Grom und Waitzen, der andere zwischen Belgrad und Widdin. So gering ist die Abweichung des Bodens von der wagerechten Ebene, daß die Anschwellung zwischen der Donau und der Theiß sich nur 13' über den mittlern Wasserstand des zuerst genannten Stroms erhebt, während Wahlenberg dargethan hat, daß diese Steppen, welche einen Raum von 1800 d. Quadratmeilen einnehmen (so groß wie die Königreiche Baiern und Würtemberg zusammen genommen) nicht mehr als 30' bis 40' über dem Niveau des Meeres stehen, von dem sie an 50 d. Meilen entfernt sind. Nichts unterbricht

---

diese grünen Flächen am Horizont mit einer Azurlinie, wie man sie auf offener See zu sehen gewöhnt ist. Sie haben den trefflichsten Boden, schwarze, fette Dammerde, die mit geringer Kultur alle Cerealien, selbst Hanf und Mohn, in großer Fülle hervorbringt. Sich selbst überlassen, erzeügt hier die Natur die üppigsten und saftigsten Triften, auf denen Heerden des trefflichsten Rindviehs, wie man es nur in Holstein und Holland finden kann, Tag und Nacht weiden. Von Zeit zu Zeit trifft man ein Paar Hütten, die man unter dem Namen Stanzija's (Stanizen, Einkehr-, Posthaüser) auf den Karten angegeben findet. Das ist der Übergang vom Ackerbau zum Nomaden-Leben, ein freilich ziemlich unvollkommener Versuch zum gesellschaftlichen Zustande, es ist ein Anfang der Civilisation. Weiter gegen die Wolga hin verändert sich das Ansehen des Landes; je mehr man sich vom Asoffschen Meere entfernt, desto ungleicher, wellenförmiger, von Wasserlaüfen durchschnittener wird der Boden. Es sind nicht mehr die Steppen, wo das Gras von selbst fast mannshoch wächst, es sind nun Hügel, Anhöhen und Thäler, von denen nur der Grund bewohnt wird. In diesen Gegenden fangen die Wanderstämme an, die Oberhand zu gewinnen über die Bevölkerung in festen Wohnsitzen, und man sieht schon haüfig Karavanenzüge. Man merkt es, daß man sich demjenigen Theile von Asien nähert, wo Jaïlaks und Kischlaks, d. h. Sommer- und Winterlager, zu den Bedürfnissen des Menschen gehören. Jenseits der Wolga verändert sich abermals die Physiognomie des Landes; je mehr man gegen Südosten vorschreitet, desto unfruchtbarer wird der Boden, der Pflanzenwuchs zeigt sich nur noch stellenweise; es beginnen mit einem Wort die Salzsteppen voll Seen, an deren Ufer nur noch die Weide und Röhricht wachsen, die einzige Hülfsquelle für die Ernährung der Heerden im Winter, die von ihren Besitzern, den Kirghisen, Turkmanen in niedere Breiten getrieben werden müssen, oft bis an die Gränzen der Bucharei und selbst Tübets.

auf diesen Hütungen (die man in Ungarn Puszta nennt) den Blick, das Auge findet nur am Horizont einen Ruhepunkt, und meilenweit kann man in ihnen reisen, ohne ein Dorf, ein einzelnes Haus zu treffen; Alles weckt hier ein Vorgefühl an Asiens Steppen, auch das Klima mit seinen heißen Sommern, schneidend kalten Wintern, und trocknen Ostwinden, — auch der Mensch!

Man hat geglaubt, die verschiedenen Erdtheile karakterisiren zu können, indem man sagte, Europa habe Haiden, Asien Steppen, Afrika Wüsten, Amerika Savanen; allein durch diese Unterscheidung stellt man Gegensätze auf, die weder in der Natur der Dinge, noch in dem Genius der Sprachen begründet sind. Das Dasein einer Haide setzt immer eine Vereinigung von Pflanzen aus der Familie der Ericeen voraus; die Steppen Asiens sind nicht immer mit Salz-Pflanzen bedeckt; auf den Savanen von Venezuela wachsen neben den Gramineen auch kleine krautartige Mimosen, Leguminosen und andere Dicotyledonen. Die Ebenen der Dsungarei, diejenigen, welche sich zwischen dem Don und der Wolga erstrecken, die Puszta Hungariens sind wahre Savanen, Triften voll Gramineen; während die Savanen im Osten und im Westen der Rocky Mountains und von Neü-Mejiko Chenopodeen hervorbringen, welche Kohlenstoff und Küchensalz enthalten. Asien hat wahre, von Vegetation entblößte Wüsten in Arabien, in der Gobi und in Persien. Seitdem die Wüsten von Inner-Afrika, die so lange und so unbestimmt unter der Benennung der Wüste von Sahara vereinigt wurden, bekannter geworden sind, hat man die Bemerkung gemacht, daß es im Osten dieses Kontinents, wie in Arabien, Savanen und Triften mitten in den nackten und unfruchtbaren Flächen giebt. Diese letztere, die mit Kiessand bedeckten und von Pflanzen entblößten Wüsten, fehlen in der neüen Welt fast ganz. Ich habe ihrer nur im niedrigen Theil von Peru, zwischen Amotape und Coquimbo, an den Ufern der Südsee gesehen. Die Spanier nennen sie nicht Llanos, sondern die Desiertos von Sechura und Atacamez. Diese Einöde hat nur eine geringe Breite, aber 440 Leguas Länge. Der Fels blickt überall aus dem beweglichen Sande hervor. Nie fällt daselbst ein Regentropfen; wie in der Sahara, nördlich von Tombuctu, enthält die Peruanische Wüste bei Huaura, eine reiche Steinsalzgrube. Anderswo trifft man überall in der neüen Welt wüstliegende Ebenen, weil sie unbewohnt sind, aber nicht eigentliche Wüsteneien *).

---

*) Doch mögte man geneigt sein, fügt Hr. von Humboldt hinzu, die Campos dos Pareois Wüsten zu nennen, dieses große Sand-Plateau Brasiliens, welches

In vielen Schriften hat man die Savanen Amerika's, besonders die in der gemäßigten Zone, Prairies (Wiesen) genannt; aber dieses Wort scheint wenig anwendbar zu sein auf Hütungen, die oft sehr trocken, wenn gleich mit Kraütern von 4 bis 5 Fuß Höhe bedeckt sind. Die Llanos und Pampas von Südamerika sind wahre Steppen. Sie entwickeln zur Regenzeit ein schönes Grün, dagegen nehmen sie in der trocknen Jahreszeit das Ansehen einer Wüste an. Dann zerfällt das Gras in Staub; der Boden zerreißt; das Krokodil und die großen Schlangen bleiben in dem ausgetrockneten Schlamm vergraben, bis die ersten Regengüsse des Frühlings sie aus dem langen Scheintode erwecken. Diese Phänomene zeigen sich auf dürren Raümen von 50 bis 60 Geviertmeilen, überall wo die Savane nicht von Flüssen durchschnitten ist; denn an den Ufern der Bäche und um die Lachen, welche ein faulendes Wasser enthalten, trifft der Reisende von Zeit zu Zeit, selbst während der größten Trockenheit, auf Gruppen der Fächerpalme mit dem herrlichsten Grün. Durch ihren Schatten erhalten diese Baüme die Nässe des Bodens, daher die Indianer behaupten, die Mauritia ziehe durch eine geheimnißvolle Attraktion das Wasser um ihre Wurzeln zusammen. Nach einer ähnlichen Theorie rathen sie, man solle die Schlangen nicht tödten, weil mit Ausrottung der Schlangen die Lachen (Lagunas) austrocknen. So verwechselt der rohe Naturmensch Ursache und Wirkung.

Die Steppen Asiens liegen alle außerhalb der Wendekreise und bilden sehr hohe Plateaus. Amerika hat zwar auch auf dem Rücken der Gebirge von Mejiko, Peru und Quito Savanen von bedeütendem Umfang; allein seine größten Steppen, die Llanos von Cumana, Caracas und Meta, haben eine sehr geringe Höhe über dem Niveau des Oceans und gehören alle der Äquatorialzone an. Diese Verhältnisse geben ihnen einen eigenthümlichen Karakter. Sie haben nicht, wie die Steppen von Südasien und die Wüsten von Persien, jene kleinen Flußsysteme, welche sich entweder im Sande, oder durch unterirdische Filtrationen verlieren. Die Llanos von Amerika sind gegen Osten und Süden geneigt, ihre strömenden Wasser sind Zuflüsse des Orinoco.

Der Lauf dieser Flüsse hatte mich vormals auf die Vermuthung gebracht, daß die Ebenen Plateaus bildeten, welche mindestens 100' bis 150' über dem Meere ständen. Ich setzte voraus, die Wüsten Inner-

---

den Flüssen Tapajos, Paraguay und Madeira den Ursprung giebt und sich auf dem Rücken der höchsten Berge ausbreitet. Es ist fast ganz vegetationsleer und erinnert an die Gobi der Mongolei.

Afrika's hätten auch eine beträchtliche Höhe, und sie folgten von der Küste gegen das Binnenland etagenweise auf einander. Noch ist kein Barometer in die Sahara getragen worden *). Was die Llanos von Amerika betrifft, so habe ich durch Barometerhöhen, welche in Calabozo, in der Villa del Pao und an der Mündung des Meta beobachtet wurden, gefunden, daß sie nicht mehr als 40' bis 50' Höhe über dem Niveau des Oceans haben. Das Gefälle der Flüsse ist außerordentlich schwach, oft fast unmerklich. Der geringste Wind und die Anschwellungen des Orinoco drücken die in diesen Strom fallenden Flüsse zurück. Der Rio Arauca bietet oft dieses Bergauflaufen dar **). Die Indier glauben einen Tag lang stromabwärts zu fahren, wenn sie von der Mündung aufwärts schiffen. Die herabfließenden Wasser sind von den bergauffließenden getrennt durch eine große Masse stehenden Wassers, in welchem sich durch Unterbrechung des Gleichgewichts Wirbel bilden, welche den Fahrzeügen sehr gefährlich werden.

Ein karakteristisches Merkmal der Savanen oder Steppen von Südamerika ist der absolute Mangel von Hügeln und Unebenheiten, das vollkommene Niveau aller Theile des Bodens. Darum haben die ersten spanischen Eroberer, welche von Coro nach den Ufern des Apure vordrangen, sie nicht Wüsten, oder Savanen, oder Prairien genannt, sondern Ebenen, los Llanos. Auf dreißig Geviertmeilen erhebt sich der Boden oft nicht um einen einzigen Fuß. Diese Ähnlichkeit mit dem Wasserspiegel des Meeres trifft die Einbildungskraft besonders da, wo die Ebenen ganz von Palmen entblößt sind, und wo man sich weit genug von den Gebirgen des Littorals (von Venezuela) und des Orinoco befindet, um sie nicht mehr erblicken zu können, z. B. in der Mesa de Pavones. Man könnte sich versucht fühlen, hier Sonnenhöhen mit einem Reflections-

*) Hr. von Humboldt schrieb im Jahre 1820. Seitdem haben Oudney, Derham und Clapperton ihren Zug ins Innere von Afrika gemacht, bei dem sie auch ein Barometer mit sich führten. In der Mitte der Wüste und fast auf dem ganzen Wege von Murzuk nach dem Yeou stand es im Durchschnitt immer auf ungefähr 28½ engl. Zoll. Dies giebt, unter Voraussetzung einer mittleren Temperatur von 20°, für die Höhe der Sahara, im Meridian von Murzuk, Long. 13° 32' O., (Mittlerer Meridian des Kontinents) ungefähr 210' über dem Meere.

**) Die Neigung der Oder in ihrem Unterlauf ist so gering, daß die Wasser des Haffs bei anhaltendem Nordwinde in die Mündung fließen, und das Stromwasser einen Rückstau erleidet, welcher weit oberhalb Stettin bis in die Gegend von Garz (7 d. Meilen), ja bis Schwedt (10 d. M. vom Haff) wahrgenommen wird, und bei heftigem Winde bisweilen so beträchtlich werden kann, daß die niedrigen ungeschützten Uferländereien einem großen See gleichen.

Instrument zu messen, wäre der Land-Horizont nicht wegen des veränderlichen Spiels der Strahlenbrechungen beständig umnebelt. Diese wasserrechte Einförmigkeit karakterisirt insbesondere den neüen Kontinent, eben so die niedrigen Steppen zwischen dem Borysthenes und der Wolga, zwischen dem Irtuisch und dem Obi *). Dagegen zeigen die Wüsten von

*) Auch die Haide- und Moorflächen Westfalens zeichnen sich, wie oben erwähnt, an vielen Stellen durch diese glatte, tafelförmige Oberfläche aus. Außer den angegebenen Beispielen erinnere ich mich an die, gegen Norden nur um 2' geneigte Ebene zwischen Münster und Maxhafen (Endpunkt des Münsterschen Kanals), die über vier Meilen lang ist, ohne ein einziges Mal von einer Erhöhung unterbrochen zu werden; an das große fast eben so lange Ströcfeld, zwischen Schöppingen und Enschede, welches, bei nordwestlicher Abdachung von 8', platt wie ein Tisch ist, über dessen Oberfläche sich, nach den von Heydemann und mir im Jahre 1812 angestellten Messungen, nur ein Mal ein unbedeütender Hügel 13' hoch erhebt; man nennt ihn einen Berg (den Eper), weil er die einzige Hervorragung in der unübersehbaren Ebene ist, deren Karakter der Einförmigkeit in Westfalen noch entscheidender hervortritt da, wo die Vechte ihren großen Bogen nach Westen beschreibt. Zieht man von hier eine Linie nach der Ems, etwa bei der Haase Mündung, so haben wir die südliche Gränze jener, für die deütsch-holländischen Niederungen ungeheüren Fläche, welche unter dem Namen des Burktanger Moores bekannt ist. In der Mitte dieser Ebene verschwimmen Himmel und Erde, kein Baum, kein Strauch ist zu erblicken, so weit das Auge reicht, nur hin und wieder erhöht das Spiel der Refraktion zu Elephanten die kleinen, grobwolligen Schaafe (Haideschnucken), welche auf den, aus dem Torfmoose sparsam hervortretenden Haidestellen an Erica vulgaris ein schmales Futter finden. Wie glatt diese Flächen sind, geht aus dem nachstehenden Nivellement hervor, welches Overduya und ich auf der, über drei d. Meilen langen Linie zwischen der Vechte und Ems, von Ringerbrügge, unterhalb Neüenhaus, nach Rühle, oberhalb Meppen, gemessen haben. Wir fanden:

	über der Nordsee.
Gränze des Sand- und Moorbodens in der Nähe von Ringerbrügge	$8'{,}_{76}$
Westliches Ende der Moorkolonie auf dem Twist	$10{,}_{35}$
Höchster Punkt im Moorboden, Mitte der Kolonie Twist	$10{,}_{86}$
Östliches Ende der Twister Kolonie . . . :	$11{,}_{06}$
Gränze des Moor- und Sandbodens auf der Seite nach der Ems .	$10{,}_{38}$
Höchster Punkt im Sandboden, am Wege nach Rühle	$11{,}_{85}$
Gränze der Haide und Feldmark von Rühle	$8{,}_{96}$
Linker Thalrand der Ems, dicht oberhalb des Dorfes Rühle . . .	$9{,}_{37}$

Der Wasserspiegel des Vechteflusses bei Arkel liegt nur $0'{,}_{29}$ höher als das Niveau der Ems bei Rühle. Diese Messungen wurden im Oktober 1811 ausgeführt, was ich anführen zu müssen glaube, wenn etwa in spätern Zeiten auf derselben Linie ähnliche Nivellirungen vorgenommen werden sollten, die über den Betrag des Wachsens, oder der Erhöhung des Bodens im Twister Torfmoore während eines gegebenen Zeitraumes entscheiden würden. Für diesen Fall erwähne ich,

Digitized by Google

Inner=Afrika, von Arabien, Syrien und Persien, die Gobi und der Kasna oder Karakum, zwischen Jaxartes und Oxus, viele Unterbrechungen, Hügelketten, Schluchten ohne Wasser, Klippenzüge, die aus dem Sande hervorragen.

Trotz der scheinbaren Einförmigkeit ihrer Oberfläche bieten die Llanos dennoch zwei Arten von Ungleichheit dar, die der Wahrnehmung eines aufmerksamen Reisenden nicht entschlüpfen. Die erste Art wird mit dem Namen Bancos belegt; es sind wahre Bänke, Klippen im Bassin der Steppen, zerbrochene Schichten von Sandstein oder dichtem Kalkstein, die sich vier oder fünf Fuß über die Fläche der Ebene erhoben haben. Diese Bänke sind zuweilen drei bis vier Stunden lang; sie sind ganz platt mit wagerechter Oberfläche; man bemerkt sie erst, wenn man ihre Ränder untersucht. Die zweite Art von Ungleichheit kann nur durch geodätische oder barometrische Nivellements, oder durch den Lauf der Ströme erkannt werden. Man nennt sie Mesa. Es sind kleine Plateaus, oder vielmehr gewölbte Erhöhungen, die sich unmerklich um einige Toisen erheben *). Dahin gehören, gegen Osten, in der Provinz Cumana, nördlich von der Villa de la Merced und Candelaria, die Mesas von Amana, Guanipa und Jonoro, die sich von Südwest nach Nordost erstrecken, und trotz ihrer geringen Höhe die Wasser des Orinoco von denen der nördlichen Küsten der Terra=Firma trennen. Die Wölbung der Savane ist es allein, welche die Theilung bewirkt; hier finden sich, wie Livius sich ausdrückt, die divortia aquarum (Wasserscheiden), wie in Polen, wo, fern von den Karpaten, die Ebene selbst die Wasser zwischen dem Baltischen und dem Schwarzen Meer absondert. Die Geographen, welche da überall Gebirgsketten voraussetzen, wo eine Theilung der Gewässer Statt findet, haben nicht ermangelt, deren um die Quellen des Rio Neveri, Unare, des Guarapiche und des Pao in den Karten darzustellen. Eben so errichten die Priester mongolischer Race, in Folge eines alten, abergläubigen Gebrauchs, Obos oder kleine Steinhügel an allen Punkten, wo die Flüsse in entgegengesetzter Richtung abfließen.

daß in dem, auf der Scherhorner Haide, südlich von Ringerbrügge stehenden Hause, Brinkers Kotten genannt, ein eiserner, auf der Kopffläche mit einem Kreuz versehener Bolzen (hakkel-bout der Holländer, boulon-barbelé in der französischen Technik) eingeschlagen wurde, der $9^{t},_{066}$ Meereshöhe hat.

*) Eben so ist es in den Moorflächen von Nieder=Westfalen, die an sich selbst schon höher stehen als der umgränzende Sandboden, aus deren allgemeinem Niveau dann aber auch Haideplatten inselartig und tafelförmig hervorragen.

Die einförmige Fläche, welche die Llanos vor unserm Blick entfalten, die außerordentliche Seltenheit der Wohnungen, die Beschwerden der Reise unter einem brennenden Himmel und in einem von Staub verdunkelten Luftkreise, der Anblick dieses Horizonts, der unaufhörlich vor uns zu fliehen scheint, jene isolirten Palmenstämme, die alle einerlei Physiognomie haben und die man zu erreichen verzweifelt, weil man sie mit andern Stämmen verwechselt, die nach und nach über den Gesichtskreis steigen; alle diese Ursachen zusammen genommen, lassen die Steppen viel größer erscheinen, als sie es in der Wirklichkeit sind. Die Kolonisten, welche den südlichen Abhang der Küstenkette von Venezuela bewohnen, haben die unabsehbaren Steppen vor sich, die, einem grünen Ocean gleich, gegen Süden sich ausdehnen. Sie wissen, daß man vom Delta des Orinoco bis zur Provinz Varinas, und von dort über die Ufer des Meta, des Guaviare und des Caguan, erst von Ost nach West und dann von Nordost nach Südwest, 250 deütsche Meilen weit (d. i.: die Entfernung von Tombuctu bis zu den nördlichen Gestaden Afrika's, von Paris bis Neapel) reisen kann, ohne die Ebene zu verlassen, über den Äquator hinaus bis zum Fuß der Andes von Pasto. Sie kennen aus den Erzählungen der Reisenden die Pampas von Buenos Ayres, die auch grasreiche, baumlose Llanos sind, erfüllt mit wild gewordenen Ochsen und Pferden; und zwischen beiden Becken erstrecken sich, zu beiden Seiten des Gleichers, die Ebenen des Amazonenstroms.

Dieses Zwischen-Bassin, auf dessen Gebiet das ganze Jahr hindurch die Äquatorialregen niederströmen, ist fast ganz ein ungeheürer Wald, in welchem man keinen andern Weg als die Flüsse kennt. Diese Kraft der Vegetation, welche den Boden verbirgt, macht auch die Einförmigkeit seines Niveau minder merklich, und man nennt Ebenen nur die von Caracas und des La Plata-Stroms. Nach dem Sprachgebrauch der Kolonisten werden die drei Bassins folgender Maßen bezeichnet: Llanos von Varinas und Caracas; Bosques oder Selvas (Wälder) des Amazonenstroms; und Pampas von Buenos Ayres. Die Baüme bedecken nicht allein den größten Theil der Amazonen-Ebenen von der Cordillere von Chiquitos bis zur Sierra de la Parime; sie krönen auch diese beiden Gebirgsketten, die selten die Höhe der Piräneen erreichen *). Darum

*) Mit Ausschluß des westlichsten Theils der Cordillere von Chiquitos, zwischen Cochabamba und Santa Cruz de la Sierra, wo die Gipfel mit Schnee bedeckt sind; aber diese kolossale Gruppe gehört fast noch zu den Andes von La Paz, von denen sie ein östliches Promontorium bildet. (Anmerkung des Hrn. von Humboldt.) Die Stadt Cochabamba liegt, nach Pentland, 1320ᵗ über dem Meere; nördlich darüber erhebt sich der spitze Nevado de Tinaira, wie schon der Name

sind die ungeheüern Ebenen des Amazonenstroms, des Madeira und des Rio Negro nicht so scharf begränzt als die Llanos von Caracas und die Pampas von Buenos Ayres. Da die Region der Wälder Ebenen sowol als Wälder umfaßt, so erstreckt sie sich von Lat. 18° S. bis Lat. 7° und 8° N. und nimmt einen Raum von fast 70,000 deütschen Geviertmeilen ein. Dieser südamerikanische Wald, denn er ist im Grunde genommen nur ein einziger, ist sechs Mal größer als Frankreich *). Die Eüropäer kennen ihn nur an den Ufern einiger Ströme, die ihn durchschneiden, und er hat seine lichten Stellen, deren Ausdehnung mit der Größe des Waldes im Verhältniß steht.

Erwägt man die geringe Erhebung dieser Ebenen über den oceanischen Wasserspiegel, so könnte man in Versuchung kommen, sie als Meerbusen zu betrachten, welche in der Richtung der Äquatorialströmung verlängert erscheinen. Wenn sich die Wasser des atlantischen Meeres, durch den Effekt irgend einer besondern Attraktion, an der Mündung des Orinoco um 50', am Ausfluß des Amazonenstroms um 200' erhöben, so würde die große Fluth mehr als die Hälfte von Südamerika bedecken, und am östlichen Abhang oder Fuß der Andes, der jetzt 450 deütsche Meilen von den Küsten Brasiliens entfernt ist, würden Meereswogen branden. Diese Betrachtung ist das Resultat einer Barometermessung, welche in der Provinz Jaen de Bracamoros, wo der Amazonenstrom die Cordilleren verläßt, gemacht worden ist. Ich habe daselbst (Lat. 5° 31' 28'' S., Long. 80° 56' 37'' W.) den mittlern Wasserstand nur 194' über dem gegenwärtigen Niveau des Atlantischen Oceans hoch gefunden. Indessen sind die zwischenliegenden Waldebenen noch fünf Mal höher als die mit Gramineen bedeckten Pampas von Buenos Ayres und die Llanos von Caracas und des Meta.

Die Llanos, welche das Bassin des Orinoco bilden, stehen mit dem Becken des Amazonenstroms und des Rio Negro, das einer Seits von der Cordillere von Chiquitos, anderer Seits von den Parime-Bergen begränzt wird, in Verbindung. Die Öffnung zwischen der zuletzt genannten Gebirgsgruppe und den Andes von Neü-Granada giebt zu dieser Verbindung Anlaß. Das Ansehen des Bodens erinnert hier, aber nach einem viel größern Maaßstabe, an die Ebenen der Lombardie, die sich auch nur 50' bis 60' über das Niveau des Oceans erheben und Anfangs

---

sagt, über die Gränze des ewigen Schnees, die in den Bolivianischen Andes 2660' hoch ist.

*) Oder so groß wie das russische Reich in Eüropa.

von der Brenta bis Turin eine öst-westliche, dann von Turin nach Coni eine nord-südliche Richtung haben. Wenn andere geologische Thatsachen uns berechtigen, die drei großen Ebenen des Unter-Orinoco, des Amazonenstroms und des Rio de la Plata, als die Becken vormaliger Seen zu betrachten, so könnte man glauben in den Ebenen des Rio Vichada und des Meta einen Kanal zu erkennen, vermittelst dessen die Wasser des obern Sees, die der Amazonen-Ebenen, sich einen Weg nach dem untern Bassin, dem der Llanos von Caracas, suchten, indem sie die Cordillere von Parime von der Andeskette trennten. Dieser Kanal ist eine Art Landenge. Zwischen dem Guaviare, dem Meta und dem Apure ist der Boden ganz platt und zeigt nirgends Spuren von einem heftigen Einbruch der Gewässer; aber am Rande der Cordillere von Parime, zwischen Lat. 4° und 7°, hat sich der Orinoco, der von seiner Quelle bis zur Mündung des Guaviare gegen W. fließt, einen Weg durch Felsen gebahnt, indem er seinen Lauf von Süden nach Norden richtete. Alle großen Katarakten dieses Stroms befinden sich in diesem Raume. Sobald der Strom an der Mündung des Apure angelangt ist, in diesem außerordentlich niedrigen Boden, wo das gegen Norden gerichtete Gefälle dem südöstlichen Abhange begegnet, d. h. der Böschung der Ebenen, die sich unmerklich gegen die Gebirge von Caracas erheben, dreht sich der Fluß aufs Neüe und strömt ostwärts. Der Lauf des Orinoco, mit seinen bizarren Beügungen, und zweien Becken zu gleicher Zeit angehörend, bezeichnet gleichsam, selbst auf den unvollkommensten Karten, die Richtung dieses Theils der Ebenen, welche sich zwischen den Andes von Neü-Granada und dem westlichen Rande der Parimegebirge lagern.

Der Flächeninhalt dieser Llanos, von der Caqueta bis zum Apure, und vom Apure bis zum Delta des Orinoco, beträgt 9600 deütsche Geviertmeilen. Der von Norden nach Süden laufende Theil ist fast das doppelte desjenigen, der sich von Ost nach West, zwischen dem Unter-Orinoco und der Küste von Caracas erstreckt. Die Pampas, im Norden und Nordwesten von Buenos Ayres, zwischen dieser Stadt und Cordova, Jujuy und Tucuman haben ohngefähr dieselbe Ausdehnung wie die Llanos; aber die Pampas verlängern sich außerdem noch auf einer Strecke von 18° gegen Süden, und ihr Raum ist so ungeheüer, daß sie an dem einen Ende Palmen ernähren, während das andere, wo ihr Boden eben so niedrig und platt ist, eine ewige Eisdecke trägt.

Die Llanos von Amerika sind da, wo sie sich in der Richtung der Parallelkreise ausbreiten, vier Mal schmäler als die große Wüste Afrika's. Dieses Verhältniß ist sehr wichtig in einer Gegend, wo die Winde beständig

von Ost nach West wehen. Je länger die Ebenen in dieser Richtung sind, desto heißer ist ihr Klima. Das große Sandmeer von Afrika steht durch Yemen *) mit der Gedrosia und dem Bilutschistan bis zum rechten Ufer des Indus in Verbindung; und darum, daß die Winde diese östlichen Wüsten bestrichen haben, erblickt man in dem kleinen von Wärme strahlenden Ebenen umgürteten Bassin des rothen Meeres eine der heißesten Regionen der Erde. Tuckey sagt, daß der Wärmemesser daselbst bei Nacht fast immer auf 34°, bei Tage auf 40° bis 44° stehen bleibe. In den Steppen von Caracas, selbst in den westlichsten Theilen, haben wir die Temperatur der Luft, im Schatten und fern vom Boden, selten 37° gefunden.

In Nordamerika, zwischen der Alleghany-Kette und den Andes von Neü-Mejiko, Ober-Louisiana, den Rocky Mountains, erstreckt sich, von den Gestaden des mejikanischen Meerbusens bis zu den unwirthbaren Küsten der Hudsons-Bai und des arktischen Eismeeres, ein einziges zusammenhangendes Flachland, das fast eben so groß ist als ganz Europa. In dieser ungeheüern Ebene liegen die Flußgebiete zweier der größten Ströme der Erde, des Missisippi (Missouri, Arkansas, Ohio ꝛc.) und des Lorenzstromes mit der Kette der Seen von Canada, ohne durch eine deütlich hervortretende Wasserscheide getrennt zu werden. Eben so wenig

*) Man darf sich nicht wundern, daß die arabische Sprache, mehr als jede andere Sprache des Orients, reich an Wörtern ist, welche den Begriff von Wüste, unbewohnter und mit Gräsern bedeckter Ebene ausdrücken. Ich könnte eine Liste von mehr als zwanzig Wörtern geben, welche die arabischen Autoren anwenden, ohne sie immer durch die Schattirungen, welche jedes Wort insbesondere darbietet, zu unterscheiden.

Saal bezeichnet vorzugsweise eine Ebene;

Daccah ein Plateau;

Kafr, Mikfahr, Tih, Mehmeh, eine nackte, mit Sand und Kies bedeckte wasserlose Wüste;

Tanufah eine Steppe;

Sahara bedeütet eine Wüste, in der hin und wieder ein Weideplatz vorkommt. (S. die zweite der zunächst folgenden Noten.)

In der persischen Sprache ist: —

Jaïla eine Steppe, Ebene, die mit Gräsern bedeckt ist.

Beyaban, nackte und unfruchtbare Wüste.

Deschli resi, Plateau, Hochebene.

Im turko-tatarischen Dialekt heißt eine Haide Tala oder Tschol. Das Wort Gobi bedeütet im Mongolischen nackte Wüste, es ist das Äquivalent von Schamo oder Han-haï im Chinesischen. Steppe, oder mit Kraütern bedeckte Ebene, heißt im Mongolischen Küdah, im Chinesischen Houang.

(Anmerkung des Hrn. von Humboldt.)

merklich ist die Erhebung der Wasserscheide, welche die Zuflüsse der Hudsons-Bai vom Lorenzstrom sondert. Beider Fall ist sehr sanft und die Höhe ihres Innern über dem Meere nicht bedeütend. Der obere See (Lake superior) in Canada, in welchen Buache seinen Hauptgebirgsknoten Nordamerika's verlegte, liegt nur 100' über dem Spiegel des Oceans, der Eriesee 88', der Ontariosee nur noch 36'. Auch die Ebenen um Cincinnati (Lat. 39° 6') haben kaum 80' absolute Höhe, und dennoch ist der Ohio hier 350 deütsche Meilen von dem Meere entfernt, in welches er sich vermittelst des Mississippi ergießt. In diesem ungeheüern Binnenthal (Central Valley), dem großen Westen, wie die Bewohner der atlantischen Staaten von Nordamerika sagen, erstrecken sich, nach Friedrich Schmidts Ausdruck, die Savanen als wellenförmige Fläche, deren kahler Ausdruck nur durch einige Baüme belebt wird. So weit das Auge reicht, sieht man vielleicht zwanzig derselben auf einem unermeßlichen Grasocean, die den Masten segelnder Schiffe gleichen. Mit Schrecken denken die Reisenden an diese verödeten Flächen zurück, welche die Seele mit Schwermuth erfüllen und den größten Theil der Vereinigten Staaten in todte Flächen verwandeln. In Rücksicht auf Bewachsung und Anbau bietet dieses Flachland das mannichfaltigste Bild; es erstreckt sich durch alle Zonen der Vegetation und trägt in seinem südlichen Theile noch Palmen und Bambusgewächse, während sein nördliches Ende einen großen Theil des Jahres hindurch mit Eis und Schnee bedeckt ist. Sehr merkwürdig ist, daß im untern Theil des Mississippi-Gebietes die Linie, welche die Wälder von den nur mit Kraütern bewachsenen Steppenflächen (Savanen, Prairien) scheidet, nicht, wie man glauben sollte, der Richtung eines Parallelkreises, sondern einer scharf bezeichneten Gränze folgt, die parallel mit der Küste des Atlantischen Oceans und der Alleghany-Kette, von N.O. nach S.W., von Pittsbourgh gegen Saint-Louis und den Red River von Natchitoches laüft, ein Verhältniß, das auf das Fortschreiten der Kultur in den nordwestlichen Gegenden dieses ungeheüern Flachlandes von dem entschiedensten Einfluß ist.

An ihren Meridianrändern erhebt sich diese nordamerikanische Ebene stufenweise; gegen Westen, zu den Rocky Mountains, in einer Reihe kleiner Plateaux, von denen das dem Gebirge am nächsten liegende, zwischen dem Arkansas und dem Padouca, schon eine Höhe von 450' haben soll; gegen Osten, zu den Alleghanies, ebenfalls in kleinen Bergebenen, die 60' bis 80' hoch etagenförmig über einander aufsteigen. Diese Bergebenen, die den Karakter der Prairie, oder Savane, mit dem des Waldes

vereinigen, bezeichnet man mit dem Ausdruck Barrens oder Barren-Grounds *), Landstrecken, die, mit ihren verkrüppelten, zerstreut stehenden Eichen, mit ihren Gruppen von Hasel- und andern Gebüschen und den Plätzen, auf denen nur hartes Gras wächst, das Resultat eines periodisch wiederkehrenden Kampfes des Feüers mit den Baümen des Waldes zu sein scheinen.

Nach einer mühseligen Wanderung über dürren Sand, auf dem nur die düstere Kiefer wächst, und wo man keinen andern Laut hört als den, welchen der eigene Fuß beim Gehen verursacht, erblickt man plötzlich in der Ferne, wie eine Insel, einen Fleck Landes, der die imposantesten und zugleich schönsten Landschaften darbietet. Eine solche Oase in der Wüste nennt man in den Vereinigten Staaten einen Hammack (wörtlich: Hangebett); während man unter Everglades (wörtlich: Immerblößen) jene unermeßlichen, herrenlosen Landstriche versteht, die sich nördlich und südlich vom Georgen-See (Lat. 29° N.) bis nahe an das Südende der Halbinsel Florida ausdehnen. Sie werden bald breiter, bald schmäler, bis sie unter Lat. 25½° N., Long. 89½° W. ihre größte Breite erreichen. In diesem weiten Landstriche, der hauptsächlich aus Morast besteht, liegt der See Macaya und die Quelle des Charlottenflusses. Zu einem sichern Schlupfwinkel dienten den Indianern stets diese weiten und unzugänglichen Sümpfe, mit denen auch, unter dem Namen Swamps, andere Gegenden der Vereinigten Staaten in großem Umfange überzogen sind. Dahin gehören u. a.: der Dismal-Swamp in Virginien und Nordkarolina, der Ouaqua-Feuaga-Swamp in Georgien, der gegen 300 geographische Meilen im Umfang haben und während der nassen Jahreszeit sich in einen See voll Inseln verwandeln soll; ferner der Cypressen-Sumpf zwischen Maryland und Delaware, u. a. m.

Die südlichen Staaten, bemerkt Brauns, zeichnen sich durch die sogenannten Canebreaks aus, Rohrbrücher auf unübersehbaren Flächen, welche die dortige üppige Natur mit aneinander hangenden Wäldern des dicksten Rohrs bedeckt hat. Der feüchte, fette Boden, verbunden mit

*) Die Anglo-Amerikaner besitzen ein großes Talent in der karakteristischen Bezeichnung der Naturerscheinungen. So pflegt man in den meisten Staaten den Boden in bestimmte Klassen nach der verschiedenen Art seiner Beschaffenheit einzutheilen. Die erste Klasse, welche den schlechtesten Boden enthält, heißt das unfruchtbare Fichtenland (Pine-barren); die zweite Klasse das Wallnußland (Hiccory-land); die dritte das Eichenland (Oak-land); dazu kommt noch in den südlichen Staaten eine vierte Klasse, das Reisland (Rice-fields), welches z. B. in den beiden Karolina's den größten Theil des Landes ausmacht.

dem heißen Sommerklima, treibt dieses Rohr zu einer Höhe von zwölf Fuß und zu einer Dicke von einem bis zwei Zoll. Die Reisenden mußten sich hier noch vor wenigen Jahrzehnden ihre Handelswege meilenweit mit der Axt bahnen. Man sieht auf ihnen nichts als den Himmel und das nach allen Richtungen unbegränzte Rohrfeld, dessen Boden eine fette Mergelerde ist, die im Winter erweicht, im Sommer eine verhärtete Kruste trägt.

Wenn gleich es wahr ist, daß Afrika viele Gegenden aufzuweisen hat, die durch außerordentliche Fruchtbarkeit reich begabt sind, und es eben dadurch schon an Zimmermann einen eben so gelehrten als scharfsinnigen Vertheidiger gefunden hat, so wird es nichts desto weniger schwer sein, dieses Kontinent von dem alten Vorwurfe zu befreien, daß es der dürreste und unergiebigste unter allen Theilen der Erde sei. Dieser Vorwurf trifft am allermeisten jene ungeheüre Strecke Landes, die zu beiden Seiten des Wendekreises des Krebses bis an die Gestade des Mittelländschen Meeres, nur mit isolirten Unterbrechungen, von Ost nach West quer durch den Erdtheil zieht und mehr als ein Fünftheil seines Flächeninhaltes ausmacht. Wir kennen aus dem Vorigen im Allgemeinen den Karakter dieses unermeßlichen Gebiets, dieser Sahara bela ma, Wüste ohne Wasser *), dieses Bahar bela ma, oder Oceans ohne Wasser, wie

*) Es ist bereits oben, nach einer Bemerkung von A. von Humboldt, des Reichthums der arabischen Sprache an Ausdrücken gedacht worden, um die verschiedene Beschaffenheit und Form des Bodens zu bezeichnen. Lyon hat während seines Aufenthalts in Murzuk (Fezzan) folgendes Verzeichniß dort üblicher Benennungen gesammelt: —

Sahar ist eine ebene Sandwüste ohne Steine, Pflanzen und Wasser.

Erhoud sind unfruchtbare, steile, schwer zu ersteigende Sandhügel, zuweilen auch mit einigen Dattelbaümen bewachsen.

Sirir sind Ebenen mit Rollkieseln, wo der Wind den Sand weggeweht hat.

Warr nennt man erhöhte Ebenen mit ungleicher Oberfläche und mit großen, einzeln liegenden Steinen bedeckt, so daß man schwer auf ihnen fortkommen kann.

Hatïa ist ein Boden, der stellenweise einige Vegetation hat, und wo hin und wieder Büsche stehen.

Wischek sind Ebenen oder Sandhügel, die wilde Datteln tragen, welche denselben Namen führen; solche Strecken sind gewöhnlich früher Ghraba gewesen, d. h. angebautes Land, wo die Palmen Früchte bringen, in der Nähe aber kein Wohnort ist, so daß die Eigenthümer nur zur Ärntezeit kommen, die Datteln abzuholen. Die Fezzaner haben statt Ghraba das Wort Zezira.

Soubker sind Salzebenen, die im Winter sumpfig sind, im Sommer austrocknen, und wegen der großen Schollen und Stücke schwer zu durchreisen sind.

die Araber sich ausdrücken, dessen öde Flächen kein Thau, kein Regen benetzt, der im glühenden Schooß der Erde den Keim des Pflanzenlebens zu entwickeln vermöchte. Bald ist der nackte Fels, der an die Oberfläche ragt, wie auf dem libyschen Wüstenplateau, dessen platte, wagerechte Scheitelfläche man Tage lang durchschreiten kann, ohne ein Sandkörnchen zu sehen, wo man Tage lang keine Furche im harten Boden findet, wo man nichts als den Himmel über sich und das feste Steinpflaster unter sich erblickt, glatt und eben wie der Boden der Llanos von Südamerika; wie dieser ein Schauplatz der taüschendsten Luftspiegelungen; bald ist eine gleich glatte, mit Rollkieseln überschüttete Kiesebene, hin und wieder von Schluchten und Thälern (Wadis) durchzogen, die bis dreißig Fuß tief das allgemeine Niveau der Fläche einschneiden, wo ein vertrockneter Busch, ja ein Pfahl hinreicht, Hügel zu bilden, indem der Flugsand, vom Winde getrieben, sich um ihn sammelt und aufthürmt; dabei ist der Sand haüfig von Salz so reichlich durchdrungen, daß ganze Flächen mit einer Salzkruste wie mit Eis überzogen erscheinen. Nackte, niedrige Kalksteinbänke erheben sich zuweilen über diese Ebenen; aber es formen sich aus demselben Gestein auch wahre Berge und Bergzüge, wie der weiße Harudje, und selbst der Basalt tritt mit seinen grotesken Umrissen in dem schwarzen Harudje auf. Auasen, sagt Strabo, nennen die Ägyptier von großen Sandwüsten rings umschlossene und Hochseeinseln gleichende bewohnte Landschaften. Solcher, fügt er hinzu, giebt es in Libyen viele; drei aber sind Aigyptos benachbart und zugeordnet. Die neüeste Zeit hat uns mit mehreren Oasen, diesen quellen- und vegetationsreichen Inseln des afrikanischen Sandoceans bekannt gemacht. Fezzan ist die letzte Haupt-Oasis und schließt sich durch Gadames mit den zusammenhangenden größern Landstrichen von Beled ul Djerid am südlichen Rande des Atlas-Plateau, mehr durch seine natürliche Beschaffenheit, als durch unmittelbare Ver-

---

Im allgemeinen ist Sahel der Ausdruck für eine große, ausgedehnte Fläche, insonderheit wenn sie mit feinem Sande bedeckt ist, daher auch vorzugsweise die Benennung für die westliche Hälfte der afrikanischen Wüste; Sahara heißen die Strecken, wo grober Kies und Steine liegen, und Azagar werden die Stellen genannt, wo noch Vegetation angetroffen wird. Bekannt sind die Ausdrücke: —

Djebel, Gibel für Berg.

Wadi, jede nach der Länge sich ausdehnende Vertiefung in den Bergen, oder ein Thal, das zur Regenzeit von einem Gießbache bewässert wird.

Akabe, ein Engpaß.

Bir, ein Brunnen.

Beachtenswerth ist es auch, daß die Ortsnamen der Araber weit haüfiger eine bestimmte Bedeütung haben, als sie bloße Appellativ-Namen sind.

bindung an. In dem westlichen Theil von Fezzan liegt in einer, von Bergen umschlossenen Vertiefung der kleine Bahr (See) Mandia, berühmt wegen des Vorkommens von Trona, oder reinem, natürlich krystallisirten Natron. Oudney und Clapperton, auf ihrem denkwürdigen Zuge von Tripoli nach Süden zur Entdeckung des Innern von Afrika (1822—1824), besuchten diesen See. Clapperton, erzählt der erstere, bestieg die Spitze eines hohen Sandhügels und war so entzückt über die Aussicht, daß er zu wiederholten Malen mir zurief, auch vom Kameel zu steigen, seinen Augenschmaus mit ihm zu theilen. Der Anblick war schön! Ein tiefes, sandiges Thal, ohne Vegetation, und nur zwei große Haine von Dattelbaümen enthaltend, die einen hübschen See beschatteten. Der Kontrast zwischen den nackten, hohen Sandbergen und den zwei inselartigen Flecken verursachte diese Empfindung. Ein See von Dattelbaümen umgeben ist schon an sich selbst etwas hübsches; wenn aber alles Andere innerhalb des Gesichtskreises durch öde Nacktheit karakterisirt ist, so wird die Scene wahrhaft schön.

Fezzan, ein Land von bedeütendem Umfange, hat nur um seine Hauptstadt Murzuk, ergiebigen Thonboden; Alles übrige ist mit einem feinen, röthlichen Sande und einer Art Kies bedeckt, also wenig verschieden von der Wüste, deren Flugsand sich allmälig fortschreitend durch die Einwirkung der, in diesen meist tropischen Gegenden vorherrschenden, östlichen Luftströmungen nach Westen bewegt. Daher ist wahrscheinlich der schon mehr entblößte Ostrand der Wüste so klippenreich und verhältnißmäßig fruchtbar, denn das Wasser der, schon wegen der wagerechten Form der Oberfläche sparsamen Quellen findet sich hier in geringerer Tiefe, als in der Sahel, wo es oft mit großer Beschwerde tief unter dem Sande aufgesucht werden muß. Darum ist auch diese ungeheüre Fläche, mit Ausnahme der wenigen, zerstreüten Oasen-Triften für den Menschen unbewohnbar, und nur periodisch wagen es die angränzenden gebildeten Völker sie zu betreten. Auf Wegen, sagt A. von Humboldt, die der Handelsverkehr seit Jahrhunderten unwandelbar bestimmt hat, geht der lange Zug von Tafilet bis Tombuctu, oder von Murzuk bis Bornu, kühne Unternehmungen, deren Möglichkeit auf der Existenz des Kameels beruht, des Schiffs der Wüste, wie es die Sagen der Ostwelt nennen. Heiße Luftsaülen steigen überall aufwärts, lösen die Dünste und verscheüchen das vorübereilende Gewölk.

Ritter, dem wir eine umfassende Darstellung der Thatsachen verdanken, welche für die fortdauernde Bewegung der Wüste (oder des Wandermeeres, wie die Araber von Suse sie nennen) von Osten nach Westen

sprechen, hat es wahrscheinlich gemacht, daß vormals die Westhälfte derselben ein afrikanisches Mittelmeer gewesen sei, welches, im Norden den Fuß des Atlas, im Süden den Fuß der Bergketten des Sudan bespülend, größer als unser eüropäisches war. Das Verdrängen des Meeres hat allmälig die Mündungen der Flüsse verstopft, welche sich darin ergossen, und es erklärt sich auf eine sehr genügende Weise, weshalb so viele Flüsse in diesen Gegenden von Afrika sich gegenwärtig ohne Mündung in den Sand der Wüste verlieren. So ist der Draha-Fluß, der noch zu Polybios Zeit eine Mündung hatte, durch Überschüttung vom Meere getrennt worden; und selbst der mächtige Senegal scheint unter einem analogen Einfluß zu stehen; denn er ist von seiner nordwestlichen Richtung bei den Gummiwäldern, plötzlich unter scharfem Winkel gegen Südwest, abgewichen *).

Analoge Phänomene zeigen sich in dem ganzen Wüstengürtel, der, nicht auf Afrika beschränkt, mit einzelnen, wenigen Unterbrechungen in einem großen Bogen, dessen Wölbung gegen Süden gerichtet ist, durch die ganze alte Welt bis an die aüßersten Enden von Ostasien zieht. Überall nimmt man ein Vorrücken des trocknen Elementes wahr, in den syrisch-arabischen wie in den Wüsteneien des Plateaus von Iran, wo die einst blühende, reiche Landschaft Sedjestan vom Flugsande verschüttet worden ist, eine Landschaft, die von persischen Dichtern als ein irdisches Paradies gefeiert, in ihren Poesien als Schauplatz der größten Heldenthaten, als Mittelpunkt politischer Macht und intellektueller Kultur besungen wird; der Standpunkt unzähliger Städte, die an Größe und Pracht von keiner Stadt in ganz Asien übertroffen wurden, jetzt unter Sanddünen begraben, aus denen die Überreste vormaligen Glanzes als bleiche Ruinen hervorragen. Das größte Beispiel von der Herrschaft des San-

*) Obwol diese Grundzüge der physikalischen Erdbeschreibung durchaus nicht die Tendenz haben können, die Verschiedenheit der Meinungen über einen nämlichen Gegenstand zu erschöpfen, so kann ich es doch nicht unberührt lassen, daß Hr. von Hoff (Geschichte der Erdoberfläche III, 80 ff.), mit De Luc, die Bewegung des Sandes in der Afrikanischen Wüste nach der entgegengesetzten Richtung gehen und die Vergrößerung der Westküste durch Meeressand bewirken läßt; dazu, sagt Hr. von Hoff, trägt der an dieser Küste während des größten Theils des Jahres herrschende Nordost-Passat am meisten bei. Dieser weht aber ja den Sand gerade ins Meer hinein. Anders verhält es sich mit der Strömung, welche zwischen den Canarischen Inseln und dem Festlande gegen Süden zieht, in der Nähe der Küste jedoch auf diese gerichtet ist (I. Band, S. 538). Es findet hier ein Kampf zwischen Luft- und Meeresstrom Statt, dessen Effekt eine Sandaüfung oder Dünenbildung ist.

des auf der Erdoberfläche sehen wir aber in den Turanischen Wüsten. Schon am Fuß des Plateaus von Khorasan sind von der Descht Kowar, in der die turkmanischen Wanderstämme umherschwärmen, die wenigen vom Hochlande herabkommenden Flüsse zugedammt worden; ihre Mündungen sind verschwunden, und statt ihrer haben sich Lachen gebildet, die bei der Schneeschmelze und heftigem, doch seltenen Regen, zu Seen anschwellen. So liegen Samarkand und Bokhara, die gepriesenen Herrscher-Städte, von denen aus im Mittelalter kühne Reüter-Fürsten den Orient mit ihren beweglichen Schaaren überschwemmten, in oasengleichen Vertiefungen, die vor dem Andringen des Flugsandes nur mit einem Aufwande aller Kräfte geschützt werden können, ohne daß der Erfolg gesichert sei. Der Unterlauf des Sir oder Sihun (Jaxartes) hat eine andere Bahn nehmen müssen, und selbst die Veränderungen, welche der mächtige Amu oder Djihun (d. h. schöner Strom, Oxus der Alten), historischen Überlieferungen zufolge, erlitten hat, werden zum Theil dem fliegenden Sande zugeschrieben *).

Diese Wüsten und Steppen (an vielen Orten tritt ein fester Kalk-

*) Die Verhandlungen über die Bifluenz, d. h. den vormaligen Ausfluß des Oxus in den Kaspi-See sind schon zu einer bedeütenden Stärke angeschwollen und erwarten durch Frähn und Eichwaldt noch eine Vermehrung. Muraview durchschnitt (1819 und 1820) das Bette eines vormaligen großen Stroms an zwei Stellen. Conolly, welcher im April 1830 von Astrabad in der Richtung auf Khiwa sehr weit in die turkmanische Steppenwüste eingedrungen ist, hat in einem alten Strombette die merkwürdige Entdeckung von Rollkieseln gemacht. Er drückt sich so aus: — Nach zwei Stunden kamen wir an das trockne Bett eines Nullah (Hindustanische Bezeichnung eines Bachs, kleinen Flusses), in das wir hinabstiegen. Nach einer Weile führte es uns in tiefe Schluchten und dann in eine Vertiefung, welche das verlassene Bette eines vormals sehr großen Stroms zu sein schien. In der Mitte dieses Bettes zogen wir zwei Stunden lang gegen Nordosten und hielten dann, kurz vor Sonnenuntergang, an, um unsere Abendmahlzeit zu bereiten. Ich schritt an dieser Stelle die Breite des Bettes ab und fand von Ufer zu Ufer tausend Schritte. Der Boden weicht von dem der Steppe ganz ab; er besteht aus Kies und Rollsteinen (pebbles), und gegen das rechte Ufer (unter Voraussetzung daß der Fluß in den Kaspi sich ergoß) lagen viele große Geschiebe, und die Erde war in ihrer Nähe aufgehaüft, wie von einer starken Strömung des Wassers. Die Ufer, welche sehr hoch und zerrissen sind, setzen in der von mir gemessenen Breite ziemlich weit fort, dann aber theilen sie sich in eine Reihe tiefer Parallelschluchten, deren jede die Größe eines Nullah hat. Conolly erfuhr von den Turkmanen, daß zur Zeit der Schneeschmelze und der Frühlingsregen ein Bach in diesem alten Strombette fließt. — Jaubert glaubt, daß die Versandung des kaspischen Amu-Arms nicht vor dem 13. Jahrhundert Statt gefunden habe.

und Thonböden an die Oberfläche, weshalb das Wasser verhältnißmäßig minder knapp ist als in andern Wüsteneien) senken sich gegen den Aral- und den Kaspischen See zu jenem Niveau, das wir im 32sten Kapitel als das tiefste auf der Erdoberfläche erkannt haben. Nach den Beobachtungen von Burnes liegt der Amu bei Tschardjui (im Meridian der Stadt Bokhara) noch 180' bis 190' über dem Meere, der Aral-See hingegen liegt schon 25' unter dem Spiegel des Schwarzen Meeres *), der Kaspi-See, die tiefste Fläche in diesem Kraterlande der Erde (A. von Humboldt's Ausdruck), nach Wisniewsky 43'. Verdirnet die Höhenbestimmung von Tschardjui Vertrauen, so folgt aus derselben, in Verbindung mit der des Aral-Sees, daß Khiwa noch unter der Meeresfläche liegt, und die Niveaulinie des Oceans, d. h. der südöstliche Rand der Kaspischen Erdsenke mit der südlichen Gränze des genannten Khanats zusammenfällt. Aus analogen Gründen läßt sich schließen, daß am Sir die oceanische Niveaulinie gegen 50 d. Meilen vom Aral-See entfernt ist. Nach Pallas' sorgfältigen Beobachtungen des großen Landstrichs, der im Westen, Norden und Nordosten den Kaspischen See umgiebt, haben die weit gedehnten, niedrigen Flächen, welche sich zwischen dem Jaik (dem heütigen Uralflusse) und der Wolga hinauf, und westlich jenseits der Sarpa erstrecken, durchaus das Ansehen eines ehemaligen Meergrundes. Ihr Boden ist theils loser, theils mit Thon schwach gebundener Sand, ohne alle Rasendecke; er hat an der Oberfläche Muscheln des Kaspi-Sees, ist überall mit Salz geschwängert und enthält eine Menge kleiner und großer Salzseen, unter andern den schon früher erwähnten berühmten Elton-See. Diese niedrigen Flächen stoßen nördlich an eine plötzlich sich erhebende Steppe, die ihnen wallartig zufällt, sich im Obschtschei Suirt vom Uralstrom zur Wolga, dann an der linken Seite der Sarpa südlich wendet, dem Manitsch westlich zum Don folgt, und mit ihren Buchten, ihrer steilen Böschung, als das frühere Ufer des Kaspi-Sees nicht zu verkennen ist.

Wenn die Höhe von Orenburg über dem Meere 35' bis 36' beträgt, wie ich im 32sten Kapitel gezeigt habe, so fällt die Niveaulinie des Oceans am Uralstrom, dem barometrischen Stationen-Nivellement von Hofmann und Helmersen zufolge, bei Koschuralskoi, einem Punkte, der nicht weit

*) Nach einer Reihe von Barometer-Nivellements, welche die Russischen Schiffskapitaine Duhamel und Anjou ausgeführt haben, liegt das Niveau des Aral-Sees 117 engl. Fuß oder 18',3 höher als der Wasserspiegel des Kaspischen Sees. (Humboldt, Fragmens asiatiques p. 91.)

unterhalb der Festung Uralsk liegt, wo der Jaik seine große Biegung nach Süden zum Kaspi-See macht; und A. von Humboldt verfolgte diese große Senke im Wolga-Thal bis Saratoff. Sie ist Ursache, daß der Thalboden von Kasan, obwol mehr als 150 d. Meilen vom nächsten Ocean (Weißes Meer, Finnischer Busen) entfernt, nur 4',5 über seinen Spiegel sich erhebt (nach Adolf Erman). Die Bildung dieser Senkung, — bemerkt A. von Humboldt, — dieser großen Hohlründung der Erdoberfläche im Nordwesten Asiens scheint mir in einem innigen Zusammenhang mit der Erhebung der Gebirge des Kaukasus, des Hindu-Koh und des Plateaus von Persien, welche den Kaspi-See und das Mawaralnahar im Süden begränzen, vielleicht auch weiter im Osten mit der Erhebung der großen Masse, die man mit dem sehr unbestimmten und sehr unrichtigen Namen des Plateaus von Inner-Asien belegt. — Durch eine glückliche Vereinigung eigener und fremder Beobachtungen hat es Hr. von Humboldt in einer lichtvollen Darstellung sehr wahrscheinlich gemacht, daß der Kaspi- sammt dem Aral-See einst nur ein Meerbusen des arktischen Eisoceans war. Die Möglichkeit dieser Verbindung ist durch die Beschaffenheit des Bodens gegeben. Das von Ost nach West streichende Gebirgssystem des Altaï erreicht nicht das Südende der Uralkette, die im Meridian von Swerinogoslowsk abbricht, dort, wo Geographen die Alphinischen Berge hinzusetzen pflegen, ein Name, der den Kirghisen von Troizk und Orenburg völlig unbekannt ist; hier beginnt eine merkwürdige Region voll Seen, und die Unterbrechung der Höhen erstreckt sich bis zum Meridian von Miask, wo der südliche Ural die Mughodjar östlich in die Kirghisen-Ebene sendet, unter Lat. 49° die Hügelmasse, welche Bukanbli-tau genannt wird. Diese Gegend kleiner Seen, bestehend aus der Gruppe des Balek-kul (Lat. 51° 30') und der des Kum-kul (Lat. 49° 45' N.) zeigt, nach der sinnreichen Vorstellung des Hrn. von Gens, eine alte Verbindung einer Wassermasse mit dem See Ak-sakal, welcher den Turgaï aufnimmt und den Kamischloi Irgbiz, so wie mit dem Aral. Es ist eine Furche, die man nordöstlich über Omsk zwischen dem Ischim und Irtuisch durch die seenreiche Steppe Baraba, und dann nördlich über den Obi bei Surgut, durch das Land der Ostjaken von Beresoff, bis zu den sumpfigen Küsten des Eismeeres verfolgen kann *). Die Chinesen haben

*) Für diese Verbindung sprechen auch die Höhenmessungen, welche am Irtuisch und Obi angestellt worden sind. Die Seengruppen Balek- und Kum-kul liegen in der südlichen Verlängerung des Tobol, der bei Tobolsk in den Irtuisch fällt. Nach zehnjährigen Barometer-Beobachtungen des Dr. Albert von 1812 bis 1821, welche Adolf Erman behufs der Höhenbestimmung mit den korrespondi-

eine Überlieferung von einem großen Salzsee (lac amer) im Innern von Sibirien, der den Lauf des Jenissei durchschnitt. Wol kann damit in Verbindung stehen die alte Sage, nicht nur von der Ausbreitung der vereinigten Wasser des Kaspi und Aral, sondern auch von ihrer Verbindung mit dem Eismeer, und wir sehen demnach in dem jetzigen Kaspischen Landsee den innersten Golf eines abgelaufenen Binnenmeers.

Von dem sanften Ostabhang des Ural bis zu dem nordöstlichsten Eckpfeiler der alten Welt, und vom Fuß des Altaï bis an den Eisrand des arktischen Polaroceans dehnt sich ein ungeheürer Raum durch 25 Meridian- und mehr als 120 Parallelgrade aus, ein Landstrich fast so groß wie Eüropa, eine traurige Einöde, in welcher schon unter Lat. 67° der Baumwuchs aufhört und bald darauf der Boden das ganze Jahr hindurch gefroren ist, oder nur wenige Zoll von der Oberfläche niederwärts aufthaut; — diese unermeßliche Wüstenei ist — Sibirien. Sehr schön schildert Hedenström die Natur dieser kalten Einöden.

Mit schmerzlichem Gefühl, beginnt er, sieht der Reisende die Baüme an Höhe abnehmen, je mehr er sich dem Eismeer nähert. Bis Werchojansk, auf 90 d. Meilen vom Meere, verschleiern noch hohe und aufrecht wachsende Lärchenbaüme die sterbende Natur; aber von diesem Ort aus nimmt ihre Zahl ab, sie werden klein, verkrüppelt. Das Mooskleid, welches den Baum bedeckt, wird gröber, wie der Stamm selbst, aber nichts kann ihn vor dem zerstörenden Hauch des Nordens retten. Einige dünne Birken suchen noch gegen diesen furchtbaren Feind anzukämpfen, aber sie vergehen, kaum aus dem Schooß der Muttererde emporgesprossen. Nur das Moos, dieses wahre Kind des Nordens, ist es, welches selbst mitten im Winter wächst und blüht und ein, seit mehreren Jahrtausenden erstarrtes Erdreich kaum bedeckt. Vom letzten Baum bis zum Eismeer

---

renden Beobachtungen in Danzig verglich, liegt der Irtuisch bei Tobolsk nur 18',2 über dem Meere. Wie eben diese sibirischen Flächen sind, erhellet daraus, daß Kamuischloff (mindestens 45 d. Meilen westlich von Tobolsk) nach den Barometer-Beobachtungen von A. von Humboldt und G. Rose, nur 35' Meereshöhe hat. Von dort erhebt sich die Ebene zum Ural, aber so schwach, daß man von Kamuischloff bis Jekaterinburg, auf 17½ d. Meilen nur 87',6 steigt. Jekaterinburg liegt nämlich, nach 15 Ablesungen an dem Buntenschen Barometer des Hrn. von Humboldt, 123' über dem Meere; und nach fünfmonatlichen Beobachtungen von Helm, verglichen mit Kasan, 120',4. Überhaupt ist die Erhebung des Plateaus, auf dem die Berge des Ural stehen, äußerst gering. Von Jekaterinburg nördlich bis Bogoslowsk hat Erman eine mittlere Höhe von 150' gefunden; und der Kulminationspunkt der großen Straße, welche von Jekaterinburg nach Eüropa führt, ist nur 265' über dem Meere.

erstreckt sich eine ungeheüere Wüste, bedeckt mit Seen und Lachen; Flüsse und Bäche sind daselbst selten; diese große Ebene heißt in Sibirien Tundra. Einige Seen sind sehr groß und sehr tief; alle sind reich an Fischen. Der Holzsee, den die Jakuten Tastan oder Steinsee nennen, ist merkwürdig wegen der großen Menge harzigen Holzes, das es an seinen Ufern auswirft. Die Wasser-Lachen, denen die Bewohner den Namen Laïda geben, sind einige Werst lang und breit, aber sie haben wegen ihrer geringen Tiefe keine Fische. Die hohen Ufer der Bäche und Seen bestehen abwechselnd aus Erd- und Eisschichten. Die Lager von Eis sind im Allgemeinen wagerecht, eben so die Erdschicht, welche das Eis unmittelbar bedeckt. Adern von Eis, welche sich zuweilen senkrecht durchschneiden, sind von neürer Bildung; sie entstehen vom Bruch der ganzen Masse und dem Schneewasser, welches den leer gebliebenen Raum ausfüllt. So fand Adolf Erman am 15. April 1829 in Jakuzk (Lat. 62° N.) — $7^{\circ}{,}_{5}$ für die Temperatur des frisch angebrochenen Erdreichs am Boden eines 49 Fuß tiefen Schachtes, in welchem man Wasser zu erhalten hoffte, in dem man aber Sommer und Winter nur gefrornes Erdreich traf. In Beresoff (Lat. 63° 54′ N.) beobachtete er am 2. Decbr. 1828 die Temperatur der trocknen Erdschicht = $2^{\circ}{,}_{0}$ in einem Bohrloch von 23 Fuß Tiefe, bei dem der Bohr durch eine vier Fuß mächtige Schicht gefrorner Erde ging *).

Merkwürdig ist Sibirien wegen der großen Zahl von Riesenthieren der Vorwelt, die hier, mehr als irgend anderswo, ihr Grab gefunden haben. Elephanten, Rhinocerosse, Büffel u. d. m., liegen, wie Pallas zuerst genauer beschrieben hat, in ungeheürer Menge, besonders an den Flußufern zwischen den losen Schichten des aufgeschwemmten Landes in Sand und Lehm mit Geschieben zerstreüt, umgeben von Meeres-Produkten,

*) Die geringe Höhe des westlichen Theils von Sibirien wiederholt sich in Ostsibirien. Nach Erman's und Due's Barometer-Messungen liegt Jakuzk (Lat. 62° 1′ N., Long. 127° 24′ O.) nur 48′ über dem Eismeer, von dem es 150 d. Meilen entfernt ist. Am Lena-Strom aufwärts erhebt sich Kirensk (Lat. 57° 47′, Long. 105° 44′ O.), von wo aus die Lena über zweihundert deütsche Meilen bis Jakuzk zurückzulegen hat, erst 122′ über das Meer; mithin hat der Strom ein relatives Gefälle von $2{,}_{2}$ pariser Fuß auf eine Meile. Bei der Donau, auf dem Plateau von Baiern, zwischen Donauwörth und der Altmühl-Mündung, beträgt das relative Gefälle $13{,}_{7}$ Fuß; von Ofen bis zum Schwarzen Meer (eine Strecke von 190 d. Meilen) $1{,}_{7}$ Fuß. Auf der Linie südöstlich nach Ochozk wechselt zwischen Jakuzk und Amginsk (Lat. 62°, Long. 132° O.) Lärchenwald mit grasreichen Niederungen, auf denen die Jakutischen Bewohner dieser Gegend sehr zahlreiche Rindviehheerden ernähren; der Fluß Amga liegt daselbst 99′ über dem Eismeer; und es beginnen die aüßersten Vorhügel des Aldanischen Gebirgs.

kleinen Muscheln, Fischgräthen, Haifischzähnen 2c., welche beweisen, daß sie durch eine große Meeres=Überschwemmung ihren Untergang gefunden haben müssen. Am haüfigsten scheinen sie auf den, nordwärts der Küste gelegenen Inseln Neüsibirien vorzukommen, deren Oberfläche fast ganz aus solchen Gebeinen zusammengesetzt ist; auch gehen sie auf die benachbarte Nordküste Amerikas über, wo sie am Kotzebue's Sund (Lat. 66° 13′ N.) von Adelbert von Chamisso und Beechey in so großer Menge gefunden wurden, daß die Schiffsmannschaft sich ihrer zur Unterhaltung des Feüers bediente. Sie liegen zwar meistentheils einzeln zerstreüt umher, oft aber auch in ganzen Skeleten haufenweise übereinander. Diese Knochen sind muthmaßlich wegen der ununterbrochenen Kälte des Klima, mehrentheils so wohl erhalten, daß alles im Handel befindliche Elfenbein fast zu zwei Drittel aus den Gruben Sibiriens herrührt; ja zuweilen geht ihre Frische so weit, daß man noch die weicheren fleischigen Theile erhalten findet. Schon Pallas kannte diese Erscheinung und sendete die Reste eines 1771 an den Ufern des Wilui gefundenen Rhinoceros, an welchem noch die Sehnen, Knorpeln und ein großer Theil der Haut erhalten war, nach St. Petersburg; Jäger berichteten ihm, daß in den ewig gefrornen Gegenden zwischen der Kolyma und der Indighirka dergleichen Thiere mit Haut und Haaren nicht selten vorkommen; aber unstreitig am auffallendsten war die Entdeckung eines ganz erhaltenen Mammuth an der Mündung der Lena durch Adams. Man hatte ihn zuerst in einem großen angeschwemmten Eisblock erkannt, aus welchem er seit 1799 — 1804 vollständig herausgeschmolzen war, und obwol Adams ihn schon sehr verstümmelt fand, weil die Jakuten mit dem frischen Fleisch ihre Hunde gefüttert und Eisbären, Wölfe 2c. davon gefressen hatten, so ergab es sich doch, daß diese Elephantenart mit schwarzen Borsten und röthlichem Haar bedeckt, und am Halse mit einer langen Mähne versehen gewesen ist; es wurden überdem noch 35 Pfund Borsten gesammelt, welche die Eisbären eingescharrt hatten. Das fast ganz vollständig nach St. Petersburg geführte Skelet hat Tilesius beschrieben. Pallas glaubte aus dem Vorkommen dieser Knochen schließen zu müssen, daß die Thiere, denen sie angehörten, mit einer ungeheüren Fluth, deren Ursachen er sich nachzuweisen bemühte, aus Ostindien herüber gekommen seien, eine Ansicht, die aus einer mangelhaften Kenntniß der Beschaffenheit des innerasiatischen Hochlandes hervorging *). Der ganz unversehrte Zustand vieler, und das

*) Auch berücksichtigte Pallas nicht die spezifische Verschiedenheit der hier gefundenen Saügethiere von denen, welche gegenwärtig in der Tropenzone Ostindiens leben.

Mitvorkommen so feiner, wohl erhaltener Meeresreste, kleiner Muscheln, zarter Korallen 2c., machen es unbedingt sehr wahrscheinlich, daß sie in einer frühern Periode der Erde einst wirklich hier gelebt haben, womit auch eine große Menge Zeugnisse über das frühere Dasein eines mildern Klima's in höheren Breiten übereinstimmen. Daß dergleichen Thiere noch gegenwärtig in den Steppen Sibiriens leben sollen, ist eine Sage, welche bei den Chinesen und allen einheimischen Völkerschaften verbreitet ist; allein sie gründet sich wol nur auf die Ansicht der frisch gefundenen Exemplare. Angenommen auch, sie wären bis jetzt unserer Aufmerksamkeit lebend entgangen, so ist doch sicher, daß so ungeheüre Herbivoren in diesen vegetationsarmen Gegenden nicht bestehen können; und was endlich die Vorstellung betrifft, daß sie unterirdisch lebten, da sie doch weder den Bau dazu noch Grabwerkzeüge besitzen, so ist sie vollends ganz zu verwerfen *). Freilich erweckt diese Erscheinung ein eigenthümliches Bild von der Größe und Schnelligkeit einer Revolution, welche im Stande war, eine so ungeheüre Fläche mit Meeresgrund zu überschütten und bei der das Klima so plötzlich wechselte, daß die Thiere gefroren, bevor sie von der Verwesung leiden konnten, Verhältnisse, welche wir, nach den jetzt bestehenden Natur-Gesetzen nicht zu erklären, nur zu ahnen vermögen **).

*) Eichwaldt, Ideen zu einer systematischen oryktognostischen Zoologie. 1821. S. 37 ff.

**) Vergl. u. a. Cuvier, Ossemens fossiles; Humboldt, Fragmens asiatiques, Hoff, Geschichte der Veränder. d. Erdoberfläche.

Zwei und vierzigstes Kapitel.

Das große Flachland von Eüropa. Beschaffenheit seines südlichen Randes, seines Innern und seines Nordrandes längs der Baltischen Küste. Terrassenbau von Deütschland auf dem Querprofil von der Ostsee bis an den Fuß der Baierischen Alpen. Skizzen eines Naturgemäldes dieser Terrassen, so wie eines Theils des französischen Flachlandes an der Gironde und Charente.

Das große Flachland, welches in den Umgebungen des Kaspischen Sees eine so tiefe Senkung erlitten hat, setzt gegen Norden und Westen ununterbrochen fort, von den Ufern des Schwarzen bis an die Gestade des Weißen Meeres, vom westlichen Fuße des Ural bis an den englischen Kanal und den Atlantischen Ocean. In diesem ungeheüern Raume wechseln Savanen und Urwälder, Sumpfflächen und die reich angebautesten Ebenen auf die mannigfaltigste Weise mit einander ab. Auf ihm wohnen Kulturvölker der ausgebildetsten Intelligenz in festen Sitzen, aber es wandern auf ihm auch Nomadenhorden von Trift zu Trift.

Es ist eine merkwürdige Erscheinung, daß man von der Mitte dieser Ebene gegen Süden und Norden in die Höhe steigen muß, bevor man die Küsten der begränzenden Meere erreicht. Vom untern Don her und dem alten Ufer des Kaspischen Sees setzt der südliche hohe Rand gegen Westen zum Dniepr, und über diesen Strom hinaus zum großen, weiten Plateau von Podolien und Wolhynien, das sich an der Südwestseite auf die Ausläufer der Karpaten stützt. Der Reisende, — bemerkt ein sehr aufmerksamer Beobachter, — welcher von Norden her gegen den Mittag heransteigt, erkennt es von fern an dem blauen Horizont, signalisirt es als eine glückliche Insel, nachdem er monotone Sandfelder oder die traurigen und gigantischen Morastflächen von Ratnor und Pinsk Tage lang

durchschnitten hat, und er wird sich in seinen Erwartungen nicht getäuscht sehen. Er findet ein eben so reiches und fruchtbares, als gastfreündliches Land, er findet schöne Landschaften. Auf einer geraden Linie von neünzig deütschen Meilen hat man bis jetzt das Vorhandensein einer Granitplatte verfolgt, in Massen und Trümmern, deren Gipfel man haüfig ober- und unterhalb Kremenczug erblickt. Weiterhin ist es, wo sich der Dniepr mitten in diesen zerrissenen Gipfeln bricht, wo er schaümt und zurückstürzt, und so die zwölf berühmten Katarakten oder Porogis von Jekaterinosslaw bildet. Gebirgsarten jüngerer und jüngster Formationen bedecken dies primitive Gestein und bilden den erhabensten Punkt des Plateaus von Wolhynien und Podolien in der Ebene von Bialogurka oder Awratya, welche nicht weit von Alexinew beginnt und um die Quelle des Strucz sich wendet, wo sie zwischen Bialogurka und Manaczin eine Art flacher Scheibe ist, die etwa acht d. Meilen im Durchmesser hat und zum wenigsten 160' über dem Niveau des Schwarzen Meeres steht. Eine schwarze Dammerde macht den Reichthum dieses Südrandes der sarmatischen Ebene aus.

Man erinnere sich, sagt Dubois, daß der Thon die Vegetation am meisten begünstigt, daß demnach das wolhyni-podolische Plateau schon seit langer Zeit mit einem glänzenden Pflanzenwuchs bedeckt und das Centralbecken von Pinsk nur ein Meer war, welches kaum abgeflossen ist, seitdem der Dniepr seinen Granitdamm durchrissen hat; man erinnere sich, daß seit langer Zeit, und schon zu den Zeiten des Herodotos, die skythischen Völkerschaften diese reichen Felder bebauten, deren Wälder sie, nach ihrem antiken Gebrauch, ausgerottet hatten, indem sie dieselben als eben so viele Eingriffe in ihre Viehtriften betrachteten; man denke an alle die Nomadenvölker, welche ihre zahlreichen Heerden auf jener großen Heerstraße der morgenländischen Völker, auf jenen Czarni Szlak*) trieben, der allen Nationen offen stand, jenen Tataren, die kein anderes System befolgten, als die Skythen in ihrem Widerwillen gegen die Wälder, die von der Fichte, der Tanne auch nicht die mindeste Spur auf dem ganzen Plateau zurückgelassen haben, und man wird nicht erstaunen, jene Lage schwarzer, dicker Düngererde zu finden, die Goldgrube des Landes.

Die Natur des weiten Flachlandes ist sich innerhalb seines ganzen Umfangs gleich, und seine Oberfläche besteht überall aus Massen des

*) D. h. schwarzer Saum, ein Namen, welchen man mehreren sehr alten Wegen zwischen Podolien und der Ukraine giebt.

aufgeschwemmten Landes, aus losem Sand, mit Strecken thonigen und morastigen Bodens, bedeckt mit Schutt und großen Gebirgstrümmern, welche zum Theil in weiter Entfernung losgerissen und als Geschiebe hier aufgelagert worden sind.

Daß diese ganze Ebene einst unter Wasser stand, bezeügen u. a. die mächtigen Niederlagen zusammengeschwemmter Hölzer, welche sich in den Braunkohlengruben finden. Diese Hölzer sind aller Wahrscheinlichkeit nach Baum-Arten, welche zu Formen der tropischen Klimate gehören und ausgestorben scheinen; so insbesondere der Baum, welcher den Bernstein liefert, und die Nüsse von Palmbaümen, welche man an der Preußischen Küste und in den Kohlenlagern bei Köln gefunden hat. Daß die Meeresfluthen, nachdem sie ihre großen Umwälzungen beendet hatten, noch lange auf der Oberfläche verweilt haben, ist nicht wahrscheinlich; denn es fehlt durchaus an zusammenhangenden Muschelbänken, und das Wenige, was davon vorkommt, scheint in festgeschlossenen Becken zu liegen, die das Wasser länger zurückhielten.

Wo die Ebene gegen ihren erhöhten Nordrand ansteigt, beginnt eine Zone von kleinen Seen, welche die südliche Küste des Baltischen Meeres in einem großen Bogen rings umgürtet. Von den Uwali *), die den Wassertheiler des Weißen Meeres und des Kaspi Sees bilden, laüft diese Seenzone westsüdwestwärts über das Waldai-Plateau durch Lithauen, Preußen, Pommern, Mecklenburg bis Holstein. Hier reiht sich ein See an den andern, und ihre Ufer sind es vorzugsweise, die mit den gewaltigen Granitblöcken bekleidet sind, welche im fernen Norden des Skandinavischen Gebirgs ihre Heimath haben. Diese Geschiebe, vom kleinsten Kiesel bis zum größten Block, sind eine große Wohlthat für das Land, auf dem sie abgelagert wurden; denn sie befördern das Erhalten der Feüchtigkeit an der Oberfläche eines Erdbodens, der wegen seiner Lockerheit viel Nässe verbraucht.

Pansner seit 1805, Adolf Erman im Jahre 1828, so wie A. v. Humboldt und Gustav Rose, 1829, haben eine ziemlich bedeütende Anzahl zuverläßiger Messungen angestellt, welche über die Höhe des nördlichen Theils der großen Sarmatischen Ebene viel Licht verbreiten. Sieht man das Kamathal als westlichen Fuß des Ural an, und verfolgt die große, aus Sibirien kommende, Straße von Perm über Kasan nach Moskau,

*) Mit dem Russischen Adjektiv Uwalistdi, uneben, voll kleiner Hügel (siehe oben S. 121), steht das Zeitwort Uwalitsja, fallen, hinabrollen, in Verbindung.

und weiter bis St. Petersburg, so ergeben sich auf derselben folgende Höhen über der Meeresfläche *).

Nivellement des Sarmatischen Flachlandes zwischen Perm und dem Finnischen Meerbusen.

Perm (Lat. 58° 1′ N., Long. 53° 53′ O.), Normalschule . . .	89t,7
Kama, Fluß bei Perm	59,3
Poludennaja	81
Ochansk	90
Dubowra	86
Debiossui	146
Höchster Punkt der Straße zwischen Debiossui und Suri . . .	169
Station Suri	142
Station Usi	138
Station Koschil	138
Station Mukikaksi	84
Station Arporetsch	80
Station Milet (nach Pansner 73t,2), nach Erman	50
Malmuisch, an der Wjatka	21
Station Mitjeschka	14
Station Tschurilin	4
Station Sobakina	7
Kasan (Lat. 55° 48′ N., Long. 46° 47′ O.), Universität . . .	16,5
Niveau der Wolga an der Kasanka-Mündung bei Kasan . . .	4,5
Tschebokfar	8,3
Sunderik, Bach bei Lüskowo	26,1
Lüskowo Selo (Kirchdorf)	41,9
Sunderik, Bach bei Letnewa	36,4
Dorf Letnewa	45,2
Kstowo Selo	48,6
Vereinigung der Flüsse Oka und Wolga bei Nischnei Nowgorod .	30,9
Nischnei Nowgorod (Lat. 56° 19′ N., Long. 41° 40′ O.) . . .	82,1
Oka, Fluß, zwei Werst von Doskina	38,8
Doskina Selo	65,9
Dratschewo Selo	85,8
Wladimir (Lat. 56° 7′ N., Long. 38° 5′ O.)	79,5

*) Da die verschiedenen Beobachter in ihren Resultaten zuweilen abweichen, so habe ich Korrektionen anwenden müssen, um sie gegenseitig in Einklang zu bringen; ich glaube, die Zahlen dieser Übersicht für die wahrscheinlichsten halten zu dürfen (vergl. S. 434, wo einige ursprüngliche Bestimmungen mitgetheilt sind).

Lubna	63,0
Platova, Dorf	62,8
Moskau (Lat. 55° 46′ N., Long. 35° 15′ O.), Universität	64,7
Swenigorod (Lat. 55° 44′ N.)	75,9
Rusa (Lat. 55° 42′ N.)	85,5
Moschaisk (Lat. 55° 30′ N., Long. 33° 41′ O.)	110,5
Wereja (Lat. 55° 22′ N.)	100,9
Klin (Lat. 56° 20′ N., Long. 34° 28′ O.)	100,1
Niveau der Wolga bei Twer	57,9
Twer (Lat. 56° 52′ N., Long. 33° 37′ O.)	60,9
Torschok (Lat. 57° 2′ N., Long. 32° 43′ O.)	105,1
Wuidropusk	93
Wüschnei Wolotschok (Lat. 57° 35′ N., Long. 32° 28′ O.), beim Kanal	91,7
Chatilowo	116
Jedrowo	94,8
Simogorie	126,4
Waldai-See	90,1
Waldai, die Stadt	135,0
Popowa Gora, höchster der Waldai Berge, unweit Waldai	146,5
Saizowa	49,1
Groß-Nowgorod (Lat. 58° 31′ N., Long. 28° 56′ O.)	50,8
Station Podberes	22,5
Spaska Polist	25,9
Tschudowa Selo	21,8
Pomeranja	38,3
Ischora	18,0
Fedorowskoi Posad (Lat. 59° 40′ N., Long. 28° 13′ O.)	50,0
Sophia, zweiter Stock des Kadettenhauses	31,5
Pulkowa, größte Höhe des Berges an der Landstraße	32,9
Pulkowa, das Dorf (Lat. 59° 46′ N., Long. 28° 2′ O.)	14,7
Finnischer Meerbusen bei St. Petersburg (Lat. 60°, Long. 28°)	0,0

Zwischen Debiossui und Koschil, d. i. zwischen der Tschepza, einem Zufluß der Wjatka, und dieser selbst findet, wie wir sehen, eine nicht unbeträchtliche Anschwellung des Bodens Statt, die in ihrer nord-südlichen Verlängerung mit dem Ural parallel ist. Von Koschil senkt sich dann die Ebene zum tiefen Niveau von Kasan, das am nördlichsten Rande der Kaspischen Senke liegt *). Die mittlere Höhe jener Schwelle beträgt 150′, während die der Ebene auf der Linie von Perm nach Moskau, mit

*) Die geringe Höhe von Kasan scheint doch wohl zu beweisen, daß die negative Höhe des Kaspischen Sees nicht, wie man vermuthet, von einer atmosphärischen Anomalie herrühren könne.

Ausschluß der Punkte Debiossui bis Koschil, nur 50' beträgt; mit Zuzählung derselben würde sich die mittlere Erhebung der Ost-Sarmatischen Ebene um 20' vermehren. Dies ist eine Strecke von 200 deütschen Meilen, während auf der ganzen Linie von Perm bis St. Petersburg, d. i. auf mehr als 300 deütsche Meilen, nur ein einziger Punkt vorkommt, welcher sich über 150' erhebt.

Die Anschwellung der Südbaltischen Seenplatte beträgt in Livland, zwischen den Parallelen von Jakobstadt (Lat. 56° 30' N.) und Dorpat (58° 23' N.) im Durchschnitt 170'. Hier sind durch Struve's Gradmessung folgende Höhen bekannt geworden: —

Niveau der Düna, am Dabors-Kaln *), unterhalb Jakobstadt	32'
Dabors-Kaln, im Kirchspiel Alt-Selburg (Kurland)	82,1
Gaise-Kaln, im Bersohnschen Kirchspiel; höchster Punkt in Lettland	160,8
Sestu-Kaln, im Lindenschen Kirchspiel	112,4
Elkas-Kaln, im Kirchspiel Schujen	134,6
Nessaule-Kaln, im Kirchspiel Seswegen	146,6
Ramkauer Höhe im Kirchspiel Neu-Pebalg	121,0
Kortenhof, Schloßberg im Kirchspiel Schwaneburg	91,6
Hohes Feld der Pastorat Palzmar	64,8
Hoflage Lenard im Kirchspiel Theal	110,3
Oppekaln, Kirchthurm	123,5
Mario-Mäggi im Kirchspiele Harjel	65,0
Arrol auf dem Megaste-Mäggi im Kirchspiel Odenpäh	107,0
Arrohof, auf dem Berge Wachtre-Mäggi im Kirchspiel Kavelecht	58,8

Munna-Mäggi (Lat. 57° 40' N.), im Meridian des Westufers vom Peipus-See, erhebt sich, nach Engelhardt und Ulprecht, 166',1 über das Meer; südlich davon das Schloß Marienburg 102',0 und der dortige See 98',1. Zwischen der Düna und dem Niemen liegen die Plateaux um Pokevi (Lat. 56° N.) 50' bis 60', und die um Szawl (Lat. 56°) 120' bis 125' hoch (nach Dubois). Die Sternwarte von Wilna (Lat. 54° 45') ist 60',6 hoch, und die Höhen von Osmana, südöstlich von Wilna, erheben sich 147' über die Ostsee (S. 120); weiter gegen Süden, im Meridian von Wilna, schwellen die Höhen von Puzewitsch (Lat 53° 30') bis 165' an; sie liegen schon jenseits des Niemen.

Der Niemen bei der Mündung des Lossossna-Flusses, eine halbe Meile unterhalb Grodno (Lat. 53° 40' N.), und acht und sechzig deütsche Meilen von seinem Ausfluß ins Kurische Haff entfernt, liegt 57',5 über dem Meere. Auf dem linken Ufer dieses Stroms beginnt der Seen-

*) Kaln heißt im Lettischen ein Berg.

damm von Ostpreüßen, dessen mittlere Erhebung zu 70' angenommen werden kann; auf seiner nördlichen, der Ostsee zugewendeten Kante stehen aber Höhen, die bis 100' reichen, und die Seeufer bei Brusterorth sind noch 30' hoch.

Die Weichsel trennt diesen Landrücken von der Fortsetzung des Südbaltischen Erdwalles in Pommerellen und Pommern. Sie tritt hier in ihr unteres Gebiet. Das mittlere Gebiet, sowol am Hauptstrom selbst, als am Bug, an der Narew und besonders am Bobr, enthält sehr bedeütende Niederungen, namentlich bei den Städten Testizna und Goniondz, wo sie viele Quadratmeilen einnehmen, am Bobr können sie acht bis neun Geviertmeilen betragen. Diese sämmtlichen Niederungen sind aber nicht eingedeicht oder bewallt, sondern befinden sich im ursprünglichen Zustande und werden nur zum Theil als Viehtrift benutzt, die mit Strauchwerk überwuchert ist, der Aufenthalt wilder Thiere. Dort an den Quellen der Narew liegt einer der wichtigsten und merkwürdigsten Urwaldtrümmer des alten Lithauens, der Forst von Bialowieza (zwischen Lat. 52° 29' und 52° 51' N., Long. 21° 10' und 22° O.) auf einem Raum von dreißig deütschen Geviertmeilen, mit 130 Fuß hohen Kiefern, Fichten und Eichen, von denen bei letztern ein Alter von zweihundert dreißig Jahren nachgewiesen werden kann. Dort sind, mitten in Europa, noch Entdeckungen zu machen; selten betritt ein Mensch diese Waldwüste, und noch nie ist die Axt des Holzhauers in ihr Inneres gedrungen; ja ein Bezirk führt den Namen Niezeanow, d. h.: „die unbekannte Gegend,“ weil die Menge der dort über- und durcheinander gestürzten Stämme ihn durchaus unzugänglich macht. Eine Fülle der manchfaltigsten Wildarten belebt diese Urwaldung, namentlich auch Büffel, Elenhirsche, Bären, Luchse, Wölfe rc. rc. Mit dem nördlichen Deütschland verglichen, beginnt der Frühling spät und ist kurz, der Sommer ist selten schön, oft neblig, mitunter stürmisch, bald kühl, bald von unerträglicher Hitze. Der Herbst ersetzt zum Theil den Sommer, denn er ist heiter, trocken, warm am Tage, allein kalt in der Nacht. Obwol zwei Grad südlicher als Königsberg in Pr. hat diese Gegend doch eine mittlere Temperatur, welche noch niedriger als die des genannten Ortes ist, nämlich 6°. Von der Stadt Thorn (Lat. 53° N.) abwärts erstrecken sich längs der Weichsel und Nogat jene wegen ihrer Fruchtbarkeit und Ergiebigkeit berühmten Niederungen, welche die deütschen Ritter der Herrschaft des Wassers entreißen und durch Meinecke von Querfurt im Jahre 1288 bewallen ließen. Schon damals wurden die Deiche des Marienburgschen und Danziger Werders auf eine Länge von 25 deütsche Meilen ausgeführt, und von der Marien-

werderschen Niederung weiß man, daß die Deiche schon vor dem Jahre 1397 vorhanden gewesen sind. Jetzt belaüft sich die Länge der Deiche, von der Thornschen Niederung an, ohne die vielen kleinen Krümmungen zu berücksichtigen, auf 45 deütsche Meilen, und das ganze Gebiet der Weichsel-Niederung hat einen Flächeninhalt von 38 deütschen Geviertmeilen.

Blickt man von dieser Niederung nach Westen, so glaubt man nicht am Seerande des großen Flachlandes zu sein, man kann sich in ein Bergland versetzt wähnen, so prallig und jäh ist der östliche Abfall des Plateaus von Pommerellen und Hinterpommern. Nur fünf Meilen von der Weichselmündung entfernt, zwischen Danzig und dem Städtchen Bahrendt, erhebt sich der Kulminationspunkt dieses Plateaus bei Schönberg, in dem Thurmberge, zu einer absoluten Höhe von 168ᵗ *). Die

*) In der Geschichte der barometrischen Höhenbestimmung von Berlin und Dresden, drei Sendschreiben an Hrn. A. von Humboldt, Berlin 1836, habe ich auf diese, bisher nicht gekannte, bedeütende Höhe von Hinterpommern und Westpreüßen zum ersten Mal aufmerksam gemacht, indem ich mich auf die zahlreichen Barometer-Messungen stützte, welche Hr. Wolff im Jahre 1835 daselbst ausgeführt hat. Die Rechnung, welche in Ermangelung gleichzeitiger Beobachtungen in Danzig auf die korrespondirenden Wahrnehmungen in Swinemünde gegründet werden mußte, ergab für die Höhe des Thurmberges über dem Barometer in Swinemünde, nach der Beobachtung vom

19. August,	$4^h 1/2$	Nachmittags	=	187ᵗ,67
20. —	9	Vormittags	=	166,31
20. —	11 1/2	Vormittags	=	167,39
		Mittel	=	173,79
		Höhe des Baromet. in Swinem.	=	2,09
		Thurmberg über der Ostsee	=	175ᵗ,9

Der sehr bedeütenden Differenz ungeachtet, welche die Messung vom 19ten, und die beiden Beobachtungen des folgenden Tages darbieten, glaubte ich um so mehr berechtigt zu sein, allen drei Resultaten gleichen Werth beizulegen, weil zwischen der ersten und zweiten Beobachtung ein nicht unbeträchtliches Sinken der Quecksilbersaüle Statt gefunden hatte, welches auf dem Thurmberge 1''',5, in Swinemünde dagegen 2''',9 betrug; ferner blieb der Stand des Barometers am 20sten auf dem Thurmberge unverändert, in Swinemünde sank das Quecksilber aber fortwährend von 8^h bis 12^h. Es waltete mithin eine Oscillation der Atmosphäre ob, die auf das Resultat der Höhenmessung von nachtheiligem Einfluß sein mußte, der jedoch nicht eliminirt werden konnte. Bevor jene drei Sendschreiben in's Publikum gekommen waren (sie erschienen in den letzten Tagen des August 1836), schrieb Hr. Aycke (der Verfasser eines lehrreichen Werkes über den Bernstein) an Hrn. von Humboldt, er habe am 3. August 1836 (von Danzig aus, seinem Wohnorte,) die Schöneberger Höhen mit dem Barometer besucht und ihre absolute Erhebung = 166ᵗ,44 (998,66 Fuß) gefunden. Dies weicht nun zwar von dem

Umgegend gewährt den höchst interessanten Anblick einer völligen Gebirgsgegend im Kleinen; die Abdachung nach S. und S.O. ist beträchtlicher als nach N. und N.W., wohin das Plateau sich erweitert; die Wasserscheide der Küstenflüsse zieht von N.O. nach S.W., und in dieser Richtung erstrecken sich auch, ihrer beträchtlichen Länge nach, fast alle Landseen, an denen die Gegend so reich ist; ihre Abflüsse schleichen nicht in weiten

---

mittlern Resultat der Wolff'schen Messungen um $9'\frac{1}{2}$ ab, stimmt aber mit den beiden Beobachtungen vom 20. August 1835 so gut, daß man diese und die Aycke'sche Messung unbedenklich verbinden, und im Mittel aus den drei Bestimmungen die Höhe des Thurmberges = 168′ (die genaue Mittelzahl ist $167',_{69}$) setzen kann. In den mehr genannten Sendschreiben habe ich ferner gesagt, daß der Thurmberg noch nicht der höchste Punkt in Westpreüßen sei; dieser liege etwa zwei deütsche Meilen östlicher, nur drittehalb Meilen von Danzig, bei dem Dorfe Ober-Buschkau, und habe, nach Wolff's Messungen, eine Höhe von $183',_{4}$; ich fügte hinzu: „Diese bedeütende Hervorragung des Bodens unfern der Meeresküste ist eine unerwartete Entdeckung. Sie übertrifft die des Waldaï, und in dem ganzen Raum zwischen dem Harz und dem Ural ist kein Punkt bekannt, der mit diesem an Höhe zu vergleichen wäre.“ Die Allgemeine Preüßische Staatszeitung (in der Nr. 266 vom 24. September 1836) hatte in einer kursorischen Anzeige meiner Sendschreiben Gelegenheit genommen, auf jenes Verhältniß in der Bodengestaltung von Westpreüßen aufmerksam zu machen. Aus diesem Zeitungsartikel lernte Hr. Aycke die Resultate der Wolff'schen Messungen zuerst kennen, in Folge dessen er unterm 8. Oktober 1836 Folgendes an Hrn. von Humboldt schrieb: —

„Obschon ich Ober-Buschkau bisher nicht gemessen hatte, die Angabe aber, daß hier der höchste Punkt sei, meiner Lokalkenntniß der hiesigen Umgegend durchaus widerstreitet, diese Ortsbestimmung auch mit derjenigen, welche ich Ihnen unter dem 18. August mittheilte, nicht harmonirt, so könnte dies leicht die Glaubwürdigkeit meiner Beobachtungen im Allgemeinen zweifelhaft machen, welches einem Zöglinge Lichtenberg's unmöglich gleichgültig sein kann. Ich beschloß daher bei der ersten günstigen Witterung mich von dieser merkwürdigen Entdeckung an Ort und Stelle selbst zu überzeügen. Nachdem die Äquinoktialstürme ausgetobt hatten und die Barometer geringern Schwankungen unterworfen waren, begab ich mich nach dem Bestimmungsort Ober-Buschkau und machte an der Stelle, wo Hr. Wolff ein Jahr früher beobachtet hatte, den 4. und 5. Oktober mit aller Sorgfalt vier Barometer-Messungen, für die Hr. Prof. Anger auf der Sternwarte der Navigationsschule (in Danzig) die Gegenbeobachtungen an einem genau verglichenen Pistor'schen Standbarometer besorgte. Diese Messungen, nach der Formel von Laplace, vermittelst der Hülfstafeln von Gaus berechnet, ergeben die absolute Höhe von Ober-Buschkau . . . . $806,_{96}$ Par. Fuß.
Da nun aber die Schöneberger Anhöhen . . . . $998,_{66}$ —
messen, und mithin . . . . $191,_{70}$ Par. Fuß
höher sind als die von Ober-Buschkau, so kann ich den höchsten Punkt des Danziger Plateaus nicht bei Ober-Buschkau, sondern muß ihn auf die Schöneberger Anhöhen setzen, mithin dieser Gegend ihren sehr alten, wohlbegründeten Ruf der größten Höhe in Westpreüßen vindiciren.“

Niederungen zum Meere, nein, sie rauschen auf jähem Abhang in tiefen, engen Thälern daher und tragen dadurch wesentlich bei, an den Karakter des Berglandes zu erinnern, der hier, merkwürdiger Weise, im aufgeschwemmten Lande in sehr markirten Formen ausgesprochen ist. Bis gegen Märkisch-Friedland hin behauptet das Plateau von Pommerellen und Hinterpommern eine absolute Höhe, welche auf seinen Scheitelpunkten

---

In Verfolg des Schreibens an Hrn. von Humboldt theilte mir Hr. Aycke am 7. Dezember 1836 einige Notizen über das bei seinen Höhenmessungen befolgte Verfahren und ein Verzeichniß der Höhen selbst mit.

„Wie die Bestimmungen von Ober-Buschkau, so sind auch alle übrigen unter günstigen atmosphärischen Verhältnissen, aus ganz gleichzeitigen Wahrnehmungen von mir auf den Anhöhen mit dem Pistor'schen Barometer Nr. 68, und von Professor Anger mit dem Standbarometer von Pistor auf der Sternwarte der Navigationsschule 48,52 Par. Fuß über der Meeresfläche hergeleitet worden. Bei der sorgfältigen Vergleichung der Barometer vor und nach den Beobachtungen, ergab sich aus 100 Ablesungen eine Differenz von 0''',26, die das Standbarometer niedriger angab und in Rechnung gebracht wurden.“ Bei einigen Höhenbestimmungen beobachtete Prof. Anger unmittelbar am Strande bei Zoppot an einem Barometer von Müller mit Drath-Visiren, und der Schiffskapitain Albrecht gleichzeitig auf der Navigationsschule. Obwol die Resultate beider Standpunkte bis auf wenige Fuß, zuweilen auch genau stimmten, so gab ich doch den Beobachtungen nach dem Barometer auf dem Observatorium den Vorzug, weil aus der Vergleichung der Skalen mit dem Etalon von Pistor hervorging, daß das Maaß am Müller'schen Barometer bei 28'' um etwa 0''',66 zu klein war. — Die Höhen von Klein-Lesen und Tokkar sind aus dem Mittel von zwölf korrespondirenden Beobachtungen in drei und zwei Tagen, die vom Dorfe Schöneberg und dem dabei liegenden Thurmberge aus Mittags-Beobachtungen; die übrigen aus einzelnen aber drei Mal abgelesenen Barometerhöhen berechnet. Ich glaube, daß man bei der Barometer-Messung so kleiner Höhen nicht Sorgfalt und Genauigkeit genug anwenden kann, um möglichst genaue Resultate zu erhalten. — So unbestreitbar gewiß der Thurmberg bei Schöneberg der höchste Punkt des Danziger Plateaus ist, — das Barometer stand hier, nach wiederholten Ablesungen, 325''',68, in Danzig 338''',01, — so dürfte, da seine direkte Entfernung von Danzig immer doch fünf Meilen beträgt, die absolute Höhe doch wol nur als ein genähertes Resultat zu betrachten sein, das bei erneuerten Beobachtungen verschieden ausfallen könnte.

Höhenbestimmung von Danzig und der Umgegend.

	Par. Fuß über der See.
1) Nach einem Nivellement der Königl. Regierung.	
Wasserfläche der Weichsel beim Blockhause, wo die Mottlau einmündet, 1778 Ruthen von der Ostsee	1,48
Wasserspiegel der Mottlau in der Stadt, 2270 R. v. d. See	1,61
Straßenpflaster am fixen Punkt des Rathhauses	15,74
Regierungsrath Dr. Kleefeld's Beobachtungsort	41,89
Observatorium der Navigationsschule	48,52

im Durchschnitt 120' beträgt, und an der Ostseeküste erhebt sich in steil aufsteigenden Bergkuppen der Revekol, bei Stolpe, 81',5 über das Meer, — eine wahre Landmarke für den Schiffer der Ostsee.

Gegen die Oder hin senkt sich das Plateau von Hinterpommern allmälig, aber jenseits dieses Stroms, d. h. auf seinem linken Ufer, steigt der Boden schnell und steil wieder empor und bildet die sehr romantischen Gegenden von Stettin und Schwedt, wo Berg und Thal (im kleinen Maaßstab) manchfaltig mit einander abwechseln. Auf trefflichen Äckern des ergiebigsten Bodens ärntet hier der Landmann im Schatten der Buche, die, in kleinen Waldungen von nun an ein karakteristisches Merkmal ist der wellenförmigen, fruchtbaren Flächen von Mecklenburg und Holstein. Die Uckermark, diejenige Landschaft, welche zunächst an

---

2) Nach Barometer-Messungen.	Par. Fuß über der See.
Matzkau, in der Schmiede	172,05
Straszin im Radaunen-Thal, 10 bis 12' über dem Wasser	68,84
Malunzien, im Försterhause	404,69
Unter-Buschkau, Herrenhaus im zweiten Stock	481,65
Ober-Buschkau, unter dem Signal	806,92
Mariensee, Anhöhe vor dem Dorfe, von Danzig aus . .	686,41
Kowall, mitten im Dorfe	284,06
Bankau, Förster-Wohnung	289,95
Löblau, mitten im Dorfe	279,89
Klein-Lesen, Herrenhaus (im 2ten Stock 453,25)	433,25
Tokker, Herrenhaus im Erdgeschoß	555,10
Karthaus, Gasthaus, 20 Fuß über dem See	640,82
Schöneberg, Pfarrerwohnung	724,07
Thurmberg bei Schoneberg	998,66
Langefuhr, Vorstadt, Aufgang zum Johannsberge . . .	60,64
Johannsberg, Kronprinzenhöhe	200,62
Königshöhe	311,11
Karlsberg bei Oliva, unter dem Pavillon	328,32
Hochwasser, vor der Hausthüre	94,51
Anhöhe unter dem Belvedere	290,42
Zoppot, Seebad, Chaussee	75,37
Königshöhe.	188,16

Ist nun gleich der Kulminationspunkt des Plateaus von Pommerellen etwas herabgesunken von der Höhe, welche ich ihm, nach Wolff's Messungen, angewiesen hatte, so bleibt es nichts desto weniger wahr, daß zwischen dem Harz und dem Ural kein höherer Punkt gefunden wird. Erst jenseits der Wjatka findet sich eine gleich hohe Erhebung, und gegen Süden müssen wir uns an achzig deütsche Meilen von der Ostseeküste entfernen, um dieses Niveau von Schönberg (Lat. 54° 1/4 N.) im Innern des deütschen Berglandes aufzusuchen, im Thale der Moldau nämlich, wo Budweis (Lat. 49° N.) nur wenig höher liegt.

die Oder gränzt, ist ein weites, großes Ackerfeld, ohne Baum und ohne Strauch, die Kornkammer der Mark Brandenburg und ihrer viel verbrauchenden Hauptstadt. Auf dem steilen Thalrande der Oder liegen, nach Baeyers und Bertrams geodätischem Nivellement (von Norden nach Süden gezählt), der Knopf auf dem Neüendorfer Kirchthurme 68′,5, das Kreuz auf dem Thurme zu Stolpenhagen 58′,9 und der Pimpenellen-Berg bei Oderberg 61′,8 über der Ostsee. Auch das rechte Oderufer erhebt sich an einigen Stellen bedeütend: so der Kirchthurm von Klütz (südlich von Stettin) 32′,6, der Kirchthurm von Hohenkränig (der Stadt Schwedt gegenüber) 44′,4, ja der in der Nähe liegende Koboldsberg sogar 70′,5, gleichsam als wolle er koboldartig der schon früher erwähnten Depression des an seinem Fuß sich ausdehnenden Oderthals Hohn sprechen! Auf dem Plateau der Uckermark liegen über dem Meere, nach Meinicke's Barometer-Messungen, die Sieben Linden bei Prenzlau 46′,4, die Stadt Boizenburg 39′,6, die Stadt Lichen 38′, das Dorf Parmen 55′; und in dem angränzenden Mecklenburg-Strelitz, das in seereichen Umgebungen liegende Amt Feldberg 54′,5, das Dorf Dolgen 53′,8. Hier in Mecklenburg fand Becker, ebenfalls durch Barometer-Messungen, die Höhe der Wasserscheide zwischen der Ostsee und Nordsee (vermittelst der Havel): — In den Zechower Bergen, am Wege nach Goldenbaum, 56′,3, die Anhöhe am Wege beim Theerofen von Thurow 65′,5, den Windmühlenberg von Rollenhagen 77′,5, den Windmühlenberg bei Kunow 76′,8. Außerhalb des Wassertheilers, auf der nördlichen Seite, liegen Fürstenhagen (östlich von Feldberg) 55′, Woldegk, der Marktplatz, 66′ und der Helpte Berg bei Woldegk 100′ über dem Meere; ferner das Straßenpflaster am Fundament des Kirchthurms zu Stargard 62′,5, der Markplatz dieses Städtchens aber nur 39′,1, endlich der höchste Punkt im Thiergarten von Neüstrelitz 60′. In Mecklenburg-Schwerin erhebt sich das Niveau der Müritz-See, welche genau in der Mitte des Landrückens liegt, 36′ übers Meer, das Örtchen Hambergen im Amte Grevismühlen 53′,3, das Rathhaus von Plau 53′,6, Pohnsdorf im Amt Neükalden 58′,1, der Weiler Diedrichshagen im Amte Doberan 81′, die Hoheburg, ein verfallenes Bergschloß im Walde bei Schlemmin, Amts Bützow, 82′,5 und der Ruhnen-Berg bei Marnitz, unfern der Priegnitz-Gränze 96,′1. Alle diese Messungen in Mecklenburg-Schwerin sind von Seydewitz. Das Thal der Stecknitz unterbricht den Erdwall, jenseits desselben erhebt er sich in Holstein abermals; die Hügel, sagt Hausmann, welche in Wellenlinien das Land durchziehen, schließen hin und wieder Seen ein, die, von schöner Buchenwaldung umgeben, u. a. den Gegenden von Plön und Eütin eine

so große Anmuth verleihen. Hier ist der Bungsberg, unfern der Küste, 80′,5 hoch.

Im Süden dieser langen Zone von Erhöhungen des baltischen Küstenrandes liegen mehrere kleinere Plateaus; so zwischen der Weichsel, bei Thorn, und der Warte, bei Posen; zwischen der Warte und der Oder, bei Frankfurt; zwischen der Oder und der Spree-Havel, die alle einem gemeinsamen Zuge anzugehören scheinen, der in einer uns unbewußten, durch geologische Thatsachen schwerlich nachzuweisenden Periode von den genannten Flüssen durchbrochen wurde. Von diesen Plateaus erhebt sich das zuletzt genannte bei Freienwalde an der Oder 81′ über das Meer und senkt sich gegen das Spreethal bei Berlin bis auf 16′,2 absoluter Höhe herab. Aber der merkwürdigste Zug in dem Oberflächen-Karakter des Norddeütschen Flachlandes ist, außer der im Obigen nachgewiesenen Küstenzone, die von dem Sandomirer Gebirge auslaufende lange Linie einer Anschwellung des aufgeschwemmten Landes, die durch den südwestlichen Theil von Polen, durch Niederschlesien, in den Trebnitzer Bergen (hier bis 160′ hoch), die Lausitzen nach dem Fläming an die Elbe, unterhalb Magdeburg, zieht und jenseits dieses Stroms in der Lüneburger Haide eine Verlängerung findet, wo sie bis in die Gegend zwischen Bremen und Stade fortsetzt, im N. von der Elbe, im Süden von der Aller in paralleler Richtung begleitet wird. Hier liegt der höchste Kamm dieses Rückens etwa 50 bis 60′ über dem Meere, im Fläming 90 bis 115′, und stets näher dem nördlichen als dem südlichen Abfall, so daß letzterer dadurch etwa vierfach sanftere Steigung als der erste erhält. Dieser Karakter findet auch in der Lausitz und in Schlesien Statt; im Rücken-Berg bei Sorau ist dieser Erdwall 119′,8 hoch. Die Einsamkeit der Lüneburger Haide wird erweislich durch den Wassermangel erzeügt, doch entblößt sie nur höchst selten kahle Sandschellen und Dünenzüge, welche in den Flächen der Marken und Pommerns so haüfig sind. Ihr eigenthümliches Ansehen erhält die Lüneburger Haide durch das braune Haidekraut, welches ihre Oberfläche gleichförmig überzieht.

Das große Flachland ist an vielen Stellen mit Torfmooren bedeckt, die man als einen Bodensatz des alten Meeres (auf seinem Grunde bei längerem Verweilen gebildet) angesehen hat, aber mit Unrecht; denn sie enthalten nichts als Süßwasser-Produkte und sind, wie unter andern Deluc vortrefflich erwiesen hat, noch in steter Fortbildung begriffen. Viele dieser Moore liegen auf einer Unterlage wagerecht neben einander geordneter Baumstämme, welche den noch jetzt bei uns wachsenden Baümen, besonders Eichen und Birken (Kiefern und Tannen) angehören, so

namentlich in Ostfriesland und Oldenburg. Haüfig hat man unter diesen Baümen Spuren alter Bewohnung, namentlich alte Straßen, wie die Römerstraße in der Holländischen Landschaft Drenthe (eben so eine Römische Straße in den Torfmooren von Hatfield und Kinardine, in Britannien), gefunden, woraus mit Recht geschlossen wird, daß durch den Anwuchs des Hochlandes große Flächen sich über ihr früheres Niveau erhöht haben, was vermuthlich überall mit Verminderung des Wasserabzuges geschehen ist, welchem die modernden Pflanzenreste den Weg versperrten. Öfter sind auch ganze Moorflächen von der Höhe allmälig hinabgeglitten und haben dadurch den Boden von Waldungen bedeckt. Unten abfaulende Baumstämme sind später niedergefallen und mit Torf überzogen worden, und daß sie in der Regel von N.W. nach S.O. liegen, ist wahrscheinlich nur Folge der an den norddeütschen Küsten vorzugsweise herrschenden Nordwest-Stürme. Es geht aus dieser Beschaffenheit der Oberfläche zugleich sehr wahrscheinlich hervor, daß das Meer, nachdem es diese Ebenen gebildet, sie sehr schnell wieder müsse verlassen haben; denn man sieht keine Uferbildungen im Innern derselben, welche die Beschaffenheit der Marschländer zeigen, deren Grund aus Meeresschlamm besteht und sich fortdauernd weiter verbreitet.

Wenn ein Reisender die Mitte von Deütschland in der Richtung von Norden nach Süden durchschneidet und von den Ufern der Ostsee bis an den Fuß der Alpen wandert, so gewahrt er ein abwechselndes Auf- und Absteigen, bei dem aber allmälig das Aufsteigen schärfer hervortritt und anhaltender wird; er erhebt sich mit einem Wort stufenartig auf Terrassen *), deren höchste an ihrem Südrande, da, wo die Alpen mit ihren hohen Massen in die Tiefe stürzen, 400′ über dem Anfangspunkte der Reise steht. Eine Linie von der Odermündung über Neüstrelitz, Berlin, Leipzig, Zeitz, Baireüth, Regensburg und München bis an den Tegernsee gezogen, scheidet unser Vaterland in zwei Hälften, in die östliche und die westliche, und diese Linie bietet das Eigenthümliche dar, daß man auf ihr, von der Ostsee bis an den Alpenfuß, nur einen einzigen Bergzug zu übersteigen hat, denjenigen nämlich, welcher das Plateau von Deütschland vom Flachlande trennt, und dessen Fuß bei Zeitz (Lat. 51° 4′ N.) liegt, fast genau in der Mitte zwischen der Meeresküste und dem Alpengebirge.

---

*) Link ist, so viel ich weiß, der erste Schriftsteller, der sich dieses karakteristischen Ausdrucks bedient hat. In seinen trefflichen Bemerkungen auf einer Reise durch Frankreich, Spanien und Portugal, Kiel 1801, sagt er S. 93 des ersten Bandes: „Alt-Castilien würde ich eine Terrasse der Berge von Biscaya, oder der Piräneen, wovon jene nur Äste sind, nennen.“

Hat man diesen von W.S.W. nach O.N.O. streichenden Bergwall, der eine Breite von zehn deütschen Meilen hat, und den ich den Voigtländischen nenne, einmal überstiegen, so wandert man bis zu den Alpen nur auf wellenförmigen Berg-Ebenen, die auch diesen Karakter endlich in eine sanftgeneigte Fläche verwandeln, bei Freising nämlich, wo man die glatte, von keinem Hügel unterbrochene, öde Schutt-Ebene von München betritt. Dieses Terrassen-System ist in der folgenden Übersicht näher entwickelt *).

Querprofil durch Deütschland vom Gestade der Ostsee bis an den Fuss der Baierischen Alpen.

		Höhe über der Ostsee.
Insel Usedom	Swinemünde (Lat. 53° 56′ N., Long. 11° 57′ O.), mittleres Niveau der Ostsee	0t,0
	Am Wege von Swinemünde nach Zirchow	20,9
	Zirchow, an der Kirchthüre	3,2
	Höhe westlich vor Dalzin	2,1
	Punkt in der Haide am Wege von Dalzin nach Usedom	5,5
Vor-Pommern	Anklam, Wasserspiegel der Peene	0,1
	Höhe nördlich über dem Kavel-Paß, Gränze zwischen Pommern und Mecklenburg	21,9
Mecklenburg-Strelitz	Friedland, das Anklamer Thor	10,8
	Sadelkowscher Feigenhoff, oder Knieps	15,1
	Neü-Brandenburg, der Fürstenhof	14,3
	Blumenholz, an der Kirchthüre	43,4
	Straßenhöhe im Fichtholz, am Wege von Neü-Brandenburg nach Neü-Strelitz, Wasserscheide zwischen der Tollense und Havel	50,2
	Neü-Strelitz (Lat. 53° 19′ N.), Marktplatz	44,3

*) Sie gründet sich fast ausschließlich auf eigene Messungen, die ich während verschiedener Reisen in den Jahren 1825 bis 1834 zu dem besondern Zweck eines Querprofils durch die Mitte von Deütschland angestellt habe. Einen Theil dieser Barometer-Messungen habe ich schon früher in meinen Annalen der Erdkunde und in der Geschichte der barometrischen Höhenbestimmung von Berlin bekannt gemacht, namentlich gilt dies von einigen Punkten in Mecklenburg und den meisten zwischen Hof und München. Die Berechnung dieser Resultate, die ich, im Ganzen genommen, für sehr zuverlässig halte, gründet sich auf korrespondirende Beobachtungen in Swinemünde, Neüstrelitz, Berlin, Leipzig, Baireüth und München.

Fortsetzung.

		Höhe über der Ostsee.
Mecklenburg-Strelitz	Niveau des Zierker Sees, am Schloßgarten zu Neü-Strelitz	37,1
	Niveau des Dambecker Sees, Havel-Ursprung	36,8
	Quarkenkrug, am Wege von Alt-Strelitz nach Fürstenberg	32,1
	Fürstenberg, Marktplatz	34,1
	Geröllfläche südlich vor Fürstenberg	50,0
	Dannenwalde, am Schloß	40,7
	Fischerwall, Gränze zwischen Mecklenburg-Strelitz und Preüßen	37,8
Brandenburg	Gransee, Gasthof zur Stadt Berlin	37,1
	Warte von Gransee (ungefähre Bestimmung)	51,0
	Höhe südöstlich über Löwenberg	37,1
	Teschendorf, Brücke nördlich vom Orte	26,9
	Oranienburg, Gasthofsgarten bei der Mühle	22,4
	Straßenhöhe nördlich über Hohen-Neüendorf	25,0
	Berlin, Steinpflaster im Thorweg der alten Sternwarte (des jetzigen Telegraphen-Gebaüdes, Lat. 52° 31′ N.)	17,5
	Unterwasser der Spreeschleuse in Berlin	16,2
	Belvedere Steglitz	34,5
	Telegraphen-Gebaüde auf dem Schäferberg des Stolpeschen Werders	52,7
	Babelsberg, Garten des Prinzen Wilhelm von Preüßen	40,3
	Potsdam, Niveau der Havel	14,6
	Pfingstberg	40,1
	Kirche von Alexandrowsk	30,4
	Ruinenberg	37,2
	Sans Souci, höchste Terrasse, Platz vor dem Schlosse	22,9
	Belvedere auf dem Brauhausberg	34,6
	Brauhausberg, Kuppe zwischen dem Belvedere und dem folgenden Punkte	45,9
	Telegraphen-Gebäude auf dem Schanzenhügel	49,3
	Große Ravensberg	50,4
	Michendorf, bei der Kirche	28,2
	Belitz, bei der Kirche	25,4
	Treüenbrietzen, Straßenpflaster am Rathhause (Lat. 52° 6′ N.)	35,8

Fortsetzung.

		Höhe über dem Meere.
Fläming	Nördlicher Absatz des Fläming, an der Straße nach Wittenberg	51,6
	Vorletzte Stufe des Fläming gegen Treüenbrietzen	75,4
	Höchster Punkt des Flämings auf der Straße von Treüenbrietzen nach Wittenberg, nördlich über Schmögelsdorf	87,2
	Kropstädt, Posthaus	59,0
	Höchster Punkt der Chaussee zwischen Kropstädt und Wittenberg	76,9
	Südlicher Rand des Flämings, nördlich über Trajuhn	65,1
Sachsen	Wittenberg (Lat. 51° 52′ N.), Gasthof zur Weintraube am Markt, eine Treppe hoch	45,8
	Niveau der Elbe bei Wittenberg	37,7
	Bitterfeld, Niveau der Mulde	38,0
	Delitzsch, Erdboden der östlichen Vorstadt	58,8
	Leipzig (Lat. 51° 20′ N.), Straßenpflaster vor dem Hotel de Baviere	66,8
	Niveau der Elster unter der Brücke zu Zeitz	78,7
	Zeitz, Erdgeschoß des Posthauses (Lat. 51° 4′ N.)	85,8
Voigtländisches Terrassenland	Giebelroth, an der preüßisch-reüssischen Gränzsaüle	166,8
	Gera (Lat. 50° 54′), Marktplatz vor dem deütschen Hause	110,0
	Niveau der Elster unter der Brücke bei Gera	101,2
	Dürren-Ebersdorf, am Chausseehause	184,8
	Sandstein-Plateau zwischen Dürren- und Groß-Ebersdorf, Scheitelpunkt der Straße unfern des südlichen Abfalls	211,3
	Mittelpölnitz, in der Post	182,2
	Chausseehaus bei Tögau	249,6
	Schleitz (Lat. 50° 34′ N.), Gasthof zur Sonne	230,0
	Höchster Punkt in der Chaussee, südlich über Heinrichsruhe	288,8
	Heinrichsruhe	281,4
	Wetterathal bei der Wetterahütte	243,6
	Zollgrün, am höchsten Hause des Dorfes	270,0
	Bergfläche von Tanna, die Kappel genannt, Chausseehöhe auf einem Thonschieferplateau	312,7
	Chausseehöhe auf der Tafel, am Abfall gegen Gefell	329,2
	Gefell, Straße vor dem Posthause	285,0
	Juchhe oder Dornhäuser, am Chausseehause	301,7

Fortsetzung.

		Höhe über dem Meere.
Äußere Fichtelberg-Ebene	Töpen, höchstes Haus am Eingang von Schleitz	269t,6
	Niveau der Saale unter der Brücke zu Hof	240,6
	Hof (Lat. 50° 19′), Gasthof zum Hirsch	256,0
	Rondeel, an der Straße von Hof nach Berneck	287,6
	Bergplatte nordöstlich bei Weißlareüth	319,6
	Münchberg, an der Post	284,5
	Wasserspiegel der Pulsnitz bei Münchberg	271,0
	Bergplatte zwischen Schweinsbach und Friedmannsdorf	305,2
Südwestlicher Abfall der Centralgruppe des Fichtelgebirgs.	Gefrees, Straßenpflaster vor dem Gasthof zum Löwen	258,3
	Die Ölsnitz an der Brücke auf der Straße von Gefrees nach Berneck	239,2
	Vereinigung der Lübnitz und Ölsnitz	228,2
	Brücke am nordöstlichen Eingang des Bernecker Passes	220,7
	Berneck, am obern Eingang des Städtchens	204,7
	Berneck, Straßenpflaster vor der Post	201,5
Mainthal	Niveau des weißen Mains bei Berneck	193,0
	Plateau zwischen Benk und Bindloch	251,3
	Bindloch, die Brücke	185,6
	Wasserspiegel des rothen Mains an der Kasernenbrücke in Baireüth (Lat. 49° 57′)	169,9
	Baireüth, Gerstners meteorologisches Kabinet	175,0
	Niveau des rothen Mains bei Kreüssen	205,7
Plateau der Ober-Pfalz	Chausseehöhe zwischen Heinersberg und Heinersreüth am (sanften) Ostabfall des Franken-Jura	262,1
	Heinersreüth in der Dorfschenke	251,6
	Höhe südlich über Unter-Frankenohr	242,4
	Gänlasdorf, Niveau der Vils	222,0
	Schlicht, Niveau der Vils	204,8
	Amberg (Lat. 49° 26′ N.), Niveau der Vils	187,9
	Pittersberg, Kirche	242,1
	Schwandorf, Niveau der Naab	173,6
	Burglengenfeld, Niveau der Naab	169,5
	Burglengenfeld, am Regensburger Thor	191,5
	Niveau der Donau bei Regensburg	166,8

Schlufs.

		Höhe über dem Meere.
Plateau von Baiern.	Regensburg (Lat. 49° 1′ N.), Gasthof zu den drei Helmen	177t,3
	Zwölfte Stundensäule auf der Straße von Regensburg nach Landshut, höchster Punkt in dieser Linie zwischen der Donau und der großen Laber	210,6
	Eggmühl, am Schlosse	185,6
	Scheitelpunkt zwischen der großen und kleinen Laber, am Wege von Eggmühl nach Ergoldsbach	226,3
	Ergoldsbach, an der Post	221,1
	Nördlicher Thalrand der Isar, über Essenbach	236,0
	Wasserspiegel der Isar an der Landshuter Brücke	203,4
	Landshut (Lat. 48° 31′), St. Martinskirche	209,7
	Moosburg, Niveau der Isar bei der Brücke	214,3
	Freising, Niveau der Isar	228,8
	München (Lat. 48° 8′ N.), Pflaster der Frauenkirche	261,3
	Holzkirchen, auf der Straße nach Tegernsee	342,8
	Reisach, an der Vereinigung der Mangfall und der Schlier-Ach	342,0
	Niveau des Tegernsee (Lat. 47° 45′ N.)	376,2
	Rodach, am Anfang des Tegernsee	389,6
	Niveau des Schliersee (Lat. 47° 43′ N., Long. 9° 32′½ O.)	401,1

Faßt man diese einzelnen Höhenbestimmungen nach den verschiedenen Landschaften zusammen, und bringt sie unter einen allgemeinen Gesichtspunkt, so ergibt sich die nachstehende Ansicht von dem Terrassenbau unseres Vaterlandes:

Mittlere absolute Höhe.

Insel Usedom	6t	Norddeütsche Ebene 33t = 200 Fuß.
Vorpommern	10	
Mecklenburg	35	
Brandenburg *)	30	
Fläming	70	
Sachsen	50	

*) Mit Ausschluß der größern Hervorragungen, die nur isolirt vorkommen.

Voigtländischer Bergwall . . .	230'	Plateau von Deütschland . . . . . 233' = 1400 Fuß.
Äußere Fichtel-Bergebene . . .	280	
Südwestlicher Abfall des Fichtelgebirgs	225	
Mainthal	185	
Plateau der Oberpfalz	210	
Plateau von Baiern	260	

Wenn man, mit Hausmann, unter dem Gesammteindruck, den alle Theile einer Gegend, ihre Berge und Thäler, ihre Wälder und Auen, ihre Flüsse und Seen, auf unsere Empfindung machen, die Physiognomie derselben versteht, so ist diese auf der mehr als neünzig deütsche Meilen langen Linie, von den Gestaden der Ostsee bis an den Fuß der Alpen, eine gar manchfaltige.

Usedoms sanft gewellte Hügel mit ihren schönen Laubwäldern gewähren an lichten Stellen den Blick dort auf das hochwogige Meer, das nur am Himmel endet, und mit seinem östlichen Stromgange den weißen Strand vermehrt und mindert *), hier auf die stille Fläche des Haffs, aus dessen Fluthen die hohen Ufer der Meeranwohner (Pommern) in weiter Ferne emportauchen, belebt von zahlreichen Segeln, welche Stettins betriebsamer Handel und selbst Anklam, die freündliche Hafenstadt, in ferne Länder, über den Ocean in andere Hemisphären, in andere Klimate sendet. Pommern, das Küstenland, ist auf der Linie von der Peene zum Tolenser See ein weites, offenes Kornfeld ohne Baum und ohne Strauch, eine fruchtbare Einöde, die ermüdend ist. Am Horizont fesselt eine scharf gezogene Linie unser Auge; sie bezeichnet den Rücken des Mecklenburgischen Höhenzuges; die Scene verändert sich; zwischen Obstgärten verbergen sich die Wohnungen einer reichen Bevölkerung, tiefe Schluchten ziehen von dem Plateaurande herab zur See-Ebene der Tollense, in einem kühlen Walde voll uralter Cupuliferen (Eichen und Buchen) geht es hinauf zur Hauptstadt des schönen Landes. Neüstrelitz liegt in reizenden Umgebungen, aber gegen Süden reicht ihre Herrschaft nicht weit; bald verwandelt sich das Erdreich; Sand wird das herrschende Element, und in seinem Gefolge tritt Pinus sylvestris, die düstere Föhre, der gemeine Kienbaum, auf; er macht auf unserer Profillinie die Brandenburgischen Wälder aus, und wo diese fehlen, da ist es das magere Sandfeld, auf dem der Mensch nur unterm Schweiße seines Angesichts das kärgliche

*) Die Existenz dieser östlichen Strömung (I. Band, S. 569.) wird durch die Sandanhäufungen auf der Westseite der Hafendämme von Swinemünde, Kolbergermünde ꝛc. ꝛc. außer Zweifel gesetzt.

Brod erzielt. So ist der Karakter des Landes bis zur Elbe hin, und nur an wenig Stellen wird das öde Einerlei der Ebene unterbrochen durch einzelne Hervorragungen; an der Seenkette der Havel z. B., deren silberheller Wasserspiegel mit ihren zum Theil rebenbekränzten Hügeln auf einen Augenblick vergessen läßt, daß man von Mecklenburgs Gränze her die traurigste Gegend der Marken durchwanderte. Ganz Brandenburg ist mit den Trümmern eines untergegangenen Gebirgs bedeckt, aber nirgend auf der ganzen Profillinie finden sie sich zahlreicher und gedrängter als südlich von Fürstenberg, noch auf Mecklenburgischem Gebiete, wo in einer meilenbreiten Zone der nackte Sandboden mit Felsblöcken ungeheürer Größe gleichsam gepflastert ist. Des Flämings Höhen sind ebenfalls mit Geschieben bedeckt, und er selbst ist hier nur ein großer Schuttwall von Sand und Grand, meist offen und frei, nur hin und wieder mit einem Kiefergehölz, darum eine weite Fernsicht gewährend, die bis an den konischen Petersberg bei Halle reicht. Der Elbstrom bildet in diesen Gegenden von Deütschland entschieden eine Boden- und Kulturgränze. Hat man sie überschritten, so beginnen die üppigsten Kornfelder, die um so ergiebiger werden, je weiter man nach Süden wandert. Wer kennt nicht die fruchtbaren Gefilde von Leipzig?

Die Ebene von Norddeütschland hat bei Zeitz ein Ende. Aus dem Elsterthal steigt man hinauf zur ersten Stufe des Berglandes; aber es ist nicht ein Kamm, den man erreicht, abermals ist es eine Ebene, die man von Zeitz nach Gera überschreitet; auch sieht man vor sich keinen Bergrücken, es sind Ebenen und wiederum Ebenen, die terrassenartig über einander aufsteigen; doch windet man sich in engen Thälern, die von den kräftigsten Stämmen der Gattung Picea (Rothtannen), zuweilen auch der Gattung Abies (Weißtannen), beschattet sind, hinauf zu ihren Scheitelflächen, bis nach Schleitz, das am nördlichen Fuß der ersten Bergkette liegt. Nun schlängelt sich die Straße bergauf, bergab durch finstere Thäler, in deren einem das Städtchen Gesell versteckt liegt, nirgend gewährt der hohe Wald eine Umsicht, bis man die Dornhäuser erreicht, die letzte Wohnung im Reüssenlande; da tritt der Forst zu beiden Seiten zurück, und es entfalten sich vor unserm Blick die gewölbten Urfelskuppeln des Fichtelgebirgs und die Berg-Ebene, die sich an ihrem äußern Fuß gegen Norden streckt. Sehr allmählig steigt man diesem Fuß entgegen, aber wir betreten ihn nicht; er bleibt uns zur Linken, und wir steigen durch die Bernecker Felsenschlucht jäh hinab ins schöne Mainthal. Die Berg-Ebene ist baumleer, daher öde. Sobald man aber von Friedmannsdorf ins Ölsnitz-Thal sich senkt, verändert sich die Landschaft. Grüne

Wiesen schmücken die Ränder der Bäche, die in raschem Lauf ihrem tiefsten Punkte zueilen, haüfig Kaskaden und Wasserstürze bildend. Die Höhen sind mit Feldern bedeckt, die, je tiefer, desto ergiebiger werden; freündliche Gärtchen reihen sich um die Dörfer, und Obstbaüme, die man, außer Cerasus vulgaris, auf dem Plateau nur sehr selten sah, beschatten wiederum die Wohnung des Landmanns. Die Thalhänge sind mit Holzungen bedeckt, die meist aus prachtvollen Coniferen (besonders Picea vulgaris und Abies excelsa, hin und wieder auch Larix) bestehen; bald aber mischen sich unter dieselben Betulineen und Cupuliferen, Quercus Robur und Fagus sylvatica. Berneck liegt am Fuße des Gebirgs; eine tiefe Schlucht führt ins Städtchen, das, von der durch ihre Perlenfischerei bekannten Ölsnitz benetzt, zwischen hohen Wänden des Urgebirgs wie eingeklemmt ist. Hier beginnt das Mainthal, eine lachende Ebene, mit ihren reichen Kornfeldern, ihren bunten Wiesen, den rothen Dächern zahlloser Dörfer, und in der Mitte dieses weiten, großen Lustgartens des schönen Frankenlandes die Thürme und verödeten Palläste der Stadt Baireüth, zu der von allen Seiten schnurgerade Alleen des lombardischen Zierbaums, der Pappel, führen. Bei Kreüssen verläßt man diese Thalebene, die zu einer der anmuthigsten in ganz Deütschland gehört, und betritt das Plateau der Oberpfalz, durch seine Öde seltsam abstechend von der so eben verlassenen Gegend. Die nordische Kiefer, hin und wieder vermischt mit Pinus rotundata, ist wiederum der herrschende Waldbaum; sie erinnert an die Brandenburgischen Flächen, auf die man sich, auch der vielen Teiche wegen, versetzt wähnen könnte, ruhte der Blick nicht auf den steilabstürzenden Massen des Fichtelgebirgs und den am östlichen Horizont ziehenden Bergkonturen des Böhmer Waldes, und träte nicht überall das karakteristische Gewächs der Oberpfalz hervor, Humulus Lupulus L., der alle Dörfer in einen Wald von Hopfenstangen versteckt. Erst bei Schwandorf verändert sich die Physiognomie der Landschaft; hier rücken die Ränder des Naabthals enger zusammen, die Föhre hat der edeln Fichte das Feld geraümt, man gelangt durch einen Wald dieses schönen Baums über einen Bergrücken ins anmuthige Regenthal, an dessen Mündung der Anblick des ehrwürdigen Regenburgs überrascht. Breit und tief rauscht die stolze Donau an seinen Mauern daher, ihre Fluthen schlagen nicht plätschernd, sondern schäumend an die Pfeiler der hohen Strombrücke, die das freündliche Stadt am Hof mit der alten, finstern Schwesterstadt verknüpft. Von der Donau zur Isar trägt alles weit und breit den Karakter einer einsamen Bergfläche mit wellenförmigen Erhebungen, selbst das Isarthal bildet eine nur geringe Einsenkung. Auf

den Höhen bei Freising erblickt man am südlichen Horizont ein Haufengewölk, dessen Ränder ausgezackt erscheinen; man wähnt, es sei ein Luftgebilde, es sind — die Alpen! Auf einer Ebene, wie sie nirgend im norddeütschen Flachlande so platt und glatt wahrgenommen wird, eilt man zwischen den Überresten verkrüppelter Föhrwaldungen, die einst das ganze Plateau bedeckten, der Hauptstadt München zu, die mit all' ihren Pallästen und Monumenten mitten in einer wasserarmen, pflanzenleeren Wüste steht. Diese Wüste reicht, mit geringen Unterbrechungen, bis an den Fuß der himmelhohen Alpen, die dem Wandrer eine Welt voll Wunder verspricht. Am Tegernsee stehen wir vor einer ihrer Eingangspforten.

Das norddeütsche Flachland setzt gegen Westen fort durch Holland, Belgien und Frankreich. Hier umgürtet es in einem großen Bogen das Gebirgssystem, welches in den Sevennen aufsteigend nach dem Niederrhein zieht. Manchfaltigkeit in der Oberflächenform und dem Kulturzustande ist der Karakter dieses Französischen Flachlandes, das neben den fruchtbarsten und angebautesten Gegenden wahre Steppen und Wüsten aufzuweisen hat. Nur einige wollen wir skizziren nach dem lebensfrischen Bilde eines neüern Reisenden.

Dort wo der größte der Piräneen-Ströme in der weiten busenförmigen Mündung das wilde Feüer seines jugendlichen Brausens längst abgekühlt hat, stößt man zur Rechten der Gironde auf ein dem Anschein nach ziemlich reiches Land, das sich in unzähligen Hügeln sanft zur See hinabneigt und mit schönen Weinpflanzungen bedeckt ist. Einen anmuthigen Wechsel von Fluren, Gehölzen und Wiesen begränzt am Meere hin die Sandkette. Die glückliche Vertheilung des Bodens hat allen Dörfern das Aussehen von Reinlichkeit und Wohlstand verliehen; selbst auf den Scheünen sieht man keine Stroh-, Binsen- oder Schindel-Dächer mehr, überall freündliche Ziegel; die Häuser sind weiß und mit grünen Fensterläden geschmückt. So ist's in der Landschaft Saintonge, die mit ihren frischen und wogenden Thälern, und ihren klassischen Wohlgerüchen sich in den Poesien den Namen der Blume Frankreichs erwarb.

Die ganze Küste von Royan ist für die Seeleüte höchst gefahrvoll, und furchtbar ist das Meer an der Mündung der Gironde. Jeden Tag nagt es ein neües Stück von der Spitze von Grave. Es zertrümmert die Schiffe und wälzt ganze Berge von Sand mit sich fort, man sieht es nicht selten in die Straßen von Royan hinausstürmen, Thüren und Mauern einstürzen. Nicht weit von da grollt dumpf, wie ein fernes Gewitter, der Strudel von Maumusson, und der Bewohner der benach-

barten Küste erzählt, daß er in seinem immer gähnenden und immer brüllenden Schlund ganze Flotten verschlinge, die Schiffe wanken, taumeln, kämpfen einen Augenblick wirbelnd mit dem Schaum und verschwinden. Rechnet man alle poetische Ausschmückung von diesem Glauben ab, so bleibt immer eine sehr gefährliche Stelle übrig; das Meer ist zwischen die Küste und die Sandbänke eingezwängt, thürmt, vom Westwind gepeitscht, die Wellen hoch auf und schleüdert sie gegen andere Wellen mit dumpfem Gebrülle, welches man über acht Meilen weit hört. Auf dieser ganzen Küstenstrecke findet sich kein Zufluchtsort, kein Punkt der Rettung für die Schiffe. Der Hafen von Royan ist zu klein und den Klippen zu nahe, als daß man dort mit Sicherheit ankern könnte. An der Spitze des Mols sieht man bei niederm Wasser noch die Gerippe der gescheiterten und versandeten Barken.

Auf der ganzen Küste hat man Leüchthürme errichtet. Einige derselben haben ein unbewegliches Feüer, die andern ein, mittelst eines Pendels, bewegliches. Der schönste, älteste und bewundertste ist der Thurm von Cordouan. Man begreift nicht, wie dieser Thurm mitten in diesem Meere der Wogen erbaut werden konnte, wie es einer Menschenhand möglich gewesen, diesen Leüchter auf eine zwei Meilen vom Ufer entfernte Klippe zu stellen, wie man es zu Stand gebracht, diese Felsen auszuhöhlen und die Fundamente auf eine täglich zwei Mal von der Fluth überströmte Unterlage zu setzen. Nach einer alten Sage soll Medoc durch eine Landzunge mit Cordouan verbunden gewesen sein, wie durch einen natürlichen Damm, den später die See eingerissen habe. Diese Sage irrt. Als Loys de Foix den Thurm von Cordouan baute, mußte er mit Hülfe von Pfahldämmen einen Raum von sechshundert Toisen absperren, und unaufhörlich, der Himmel weiß wie viele, hydraulische Maschinen in Bewegung erhalten; die Kronik erzählt, daß man zu dieser gigantischen Arbeit alle Forste von Saintonge entvölkerte. Die Fundamente allein kosteten mehr als der Thurm selbst, obgleich dieser so reich verziert mit seinen drei architektonischen Ordnungen überbaut ist, und seine aüßern Gallerien und Corridors wie ein Werk der Träume bis in die Wolken sich erheben. In unsern Tagen wurden die beiden obersten Stockwerke abgetragen und neü aufgebaut, um den Thurm zu erhöhen; man zerbrach die wundervollen Rampen und Saülen, das Schöne wurde dem Nützlichen geopfert, wer könnte dagegen eine Klage erheben? Man kann nicht ohne einen poetischen Schauer den Thurm im Widerschein der untergehenden Sonne sich erheben sehen, er trägt gleich einem Genius der Lüfte einen Stern an dem Scheitel und dreht sein erleüchtetes

Antlitz nach allen vier Winden, er ist eine stumme Stimme, welche die Nähe der Klippen verkündet, und steht als ein Andenken der Trauer Tag und Nacht auf dem Grab einer verschlungenen Stadt (Noviomagum).

Kommt man in der Nähe von Niort auf die Straße nach La Rochelle, so hat man wahrlich die größte Lust augenblicklich umzukehren, weil man weiter vorwärts nichts vermuthen kann, als eine namenlose Wüste, eine dürre, unbewohnte Savane. Man sieht weit und breit nichts als eine kalkige Gegend, die nach der Ärnte nackt und kahl, an einzelnen Stellen mit niedrigen Weinstöcken bepflanzt ist, eine Landstraße, welche unaufhörlich in Staubwolken gehüllt, zwischen zwei Reihen verkrüppelter Nußbaüme dahinflieht. Indessen stößt man doch hin und wieder auf einige durch Getraide- und Branntweinhandel reiche Städtchen, Rohan, Mauzé, Surgères. Bemerkenswerth ist die angestammte Schönheit der Frauen dieser Landschaft. Unter den hohen Spitzenhauben erblickt man in ihren Profilen die ganze Reinheit des Griechischen Typus in so hohem Grade, daß man in dieser Bevölkerung eine Griechische Kolonie aus unbekannten Zeiten vermuthen könnte.

Die Straße von La Rochelle nach Rochefort ist höchst trauriger Natur, vorzüglich wenn man sie unter einem nebligen Himmel befährt. Man denke sich eine unermeßliche, nur vom Meere belastete Steppe, hin und wieder sendet eine traurig zwischen Tamarinden liegende Meierei ihren düstern Rauch empor, hin und wieder starren einige kegelförmige Heüschober um eine verlassene Scheüne, hin und wieder steht ein klapperdürres, mit Schmutz bedecktes Pferd am Rand der Straße und wiehert mit seinen dünn herabfließenden Mähnen dem Gewitter entgegen. Das Meer stirbt an den Grundfesten der Straße, von Windstößen umhergepeitscht fliehen Mewen am Horizont hin und stechen mit ihren weißen Fittigen unheimlich von den düstern Wolken ab. Kaum findet man unter Weges ein einsames Haus, um die Pferde zu wechseln. Darum begrüßt man auch mit einem freüdigen Gefühl des Glücks den Dom des Hospitals und die Wälle von Rochefort, wenn man sie endlich erblickt.

Trotz seines frischen und lachenden Anblicks, und des freündlichen Gemurmels seiner großen Ulmen ist dennoch Rochefort nur eine Stadt, welche man mit unermeßlichen Kosten mitten in einem Cloak erbaute. Kaum ist man hinaus, so findet man wieder den Sumpf, die flache und dürre Wüste; kaum erhebt sich hin und wieder eine mit Baümen bepflanzte Scholle, eine Dorfkirche, der Pfarrthurm von Soubise, der Thurm

von Broue, die Pfeilspitze des Glockenthurms von Marennes. Bisweilen findet man auf dieser Straße, gleich einem verwünschten Ort, eine ganz verlassene Stadt; man fährt an stehenden Ruinen hin, über Straßen voll Schutthaufen und hohen Grases; man stößt an verschlossene Häuser, woran nicht selten Mauern und Dächer geborsten sind, auf allen diesen Trümmern wurzelt hin und wieder ein bleicher Hollunder-Strauch. Jenseits derselben findet man wieder dasselbe Thal und dieselbe Öde; man kommt an einem einsamen, armen Pachthof vorüber, vor welchem eine junge, hinsterbende Mutter ihr hinsterbendes Kind an dem Busen tränkt und wiegt, während ein anderer kleiner Junge, in Lumpen gehüllt, beim matten Strahl der verarmten Sonne vor Kälte zittert. In allen Brunnen ist das Wasser sumpfig, nirgends, selbst nicht in den Landes, sieht man ein traurigeres Schauspiel.

Man hat zwar, so weit es thunlich war, diese verlassenen Salinen ausgetrocknet und gesund gemacht; zahlreiche Kanäle führen diese trägen und faulen Gewässer in die See hinab, eine bleiche Reihe von Pappeln wallt und murmelt im Herbstwinde auf dieser öden und traurigen Ebene. Dennoch werden noch viele Jahre verstreichen, bevor sie wohnbar gemacht wird. Sind diese Salzsümpfe einer Seits eine Quelle der Bereicherung für die Landschaft, so ist diese Quelle heut zu Tage ziemlich vertrocknet, und andrer Seits offenbar ein Mittel der Verpestung für die ganze Umgegend. Diese Salzsümpfe bestehen aus ungeheüern Reservoirs, welche man in den Sumpf grub, durch kleine Dämmchen und Alleen in gleich große Kammern theilte, und mittelst Schleüsen und Kanäle mit Seewasser füllte, wodurch sich dieses in der Sonnenhitze durch Verdünstung der Wassertheile in starken Massen setzt und krystallisirt. Dann erscheinen die Salzarbeiter und zerschlagen die Massen in kleine Stücke und thürmen sie in kegelförmigen Haufen der Reihe nach an den Dämmen auf. Im Winter werden sie mit Stroh bedeckt und gewähren so aus der Ferne den Anblick einer endlosen Reihe von indianischen Hütten. Auf diesen Sümpfen gedeihen mit Mühe einige Büschel von wildem Wermuth und Rosmarin; nur an den besten Orten baut man etwas Korn, Waizen und Sumpfbohnen. Oft vertrocknen bei Ankunft der Hundstage die Kanäle, die Mischung von Sumpf- und See-Wasser beginnt zu gähren und zu faulen, und die Tausende von See-Aalen sterben ab und vermehren das pestartige Miasma der Luft weit und breit. Nach dem Äquinoctialregen folgt auf die Salzbereitung eine neüe und eigenthümliche Industrie. In den Tausend kleinen Wasser-Tümpfeln, welche die

Sonne nicht trocknen und in Salzlager verwandeln konnte, werden die an den Felsen von Oleron gefischten Austern eingesetzt und erlangen hier jenen Wohlgeschmack und jene grüne Farbe, welche auf allen guten Tafeln den Austern von Marennes einen so wohl begründeten Ruf erwarben. Dieser Handelszweig ist von großer Bedeütung für die Gegend; alle Frauen wandern jährlich, schwer mit Austern beladen, auf den Markt von Bordeaux, und wöchentlich werden ungeheüre Lasten derselben auf Küstenfahrzeügen dahin befördert.

Jenseits der Sendre und der Tremblade ist man mit dieser Westküste von Frankreich zu Ende. Nun beginnt das hügelige Land von Royan.

Zweite Abtheilung.

Von dem Innern der Erdrinde.

Drei und vierzigstes Kapitel.

Allgemeine Übersicht der Veränderungen, welche das Wasser an der Oberfläche der Erde bewirkt. Die Wirkungen der Feüerkraft. Die Vulkane und ihre Erscheinungen. Sie brennen nicht immer. Unterirdisches Getöse und Zunahme des Rauchs sind gemeiniglich die Vorboten eines Ausbruchs. Die Eruption selbst. Ausgeworfene Substanzen: Rauch, Sand, Schlacken, Bimssteine, Rapilli, Bomben. Wurfkraft der Vulkane. Nähere Betrachtung der Lava. Wasser- und Schlammergießungen. Luftvulkane, Salsen. Perioden der Thätigkeit der Vulkane. Historische Darstellung einiger Ausbrüche des Vesuvs.

Die Betrachtung der verschiedenen Formen, unter welchen die Erdoberfläche unserer Anschauung entgegentritt, hat uns mehrfach Gelegenheit gegeben, die Veränderungen kennen zu lernen, denen diese Formen durch die Einwirkung des Wassers ausgesetzt gewesen sind, und wir haben gesehen, daß diese Wirkungen fortdauernd unter unsern Augen vor sich gehen, auf mechanischem Wege sowol als auf dem chemischen, daß die Kraft des Wassers, des atmosphärischen wie des terrestrischen, eine zerstörende, zugleich aber auch eine wieder erzeügende ist. Das Wasser ist eine der Triebfedern zur Zertheilung, Zersetzung und Auflösung der die Erdrinde bildenden Massen; es verursacht Bergstürze und Erdfälle, führt die zerstörten Massentheile nach tiefern Raümen und überschüttet diese mit Sand und Grand und großen Felsblöcken, den Geschieben, füllt ganze Becken damit auf eine Weise aus, daß keine Spur der frühern Bodenform übrig bleibt. In den Stromthälern sehen wir täglich die Thätigkeit dieser großen Naturkraft, Erhöhungen und Erniedrigungen finden hier abwechselnd Statt, und in den großen Stromniederungen erfolgen durch die Gewalt der strömenden Landgewässer jene Ablagerungen, welche wir mit dem Namen der Deltabildungen bezeichnen. Aber nicht blos im flüssigen Zustande erzeügt das Wasser des Festlandes die größten Veränderungen in der Oberfläche, auch im festen Zustande, als Eis, übt es seine Kraft aus,

doch nur als Zerstörer, nicht als Bildner, wenn man nicht geneigt sein will, das Eis der Polargegenden, das dort mit Erdschichten vermengt ist, als ein Glied der langen Kette der Erdgebilde zu betrachten.

Ähnlich wie die fließenden Gewässer im Innern des festen Landes und an seinen Ausgängen sehen wir die Wogen des Oceans mächtige Veränderungen auf die Ränder der festen Erdrinde ausüben. Mit fürchterlicher, nicht zu brechender Wuth stürzen sie auf die hohen, steilen Küsten, unterwühlen die Klippen, deren Kohäsionskraft von ihrem Gewicht oder von der Schwere überwältigt wird, sie stürzen in die bodenlose Tiefe. Auf diese Weise werden fortwährend Theile des Festlandes in Meeresgrund verwandelt, und die Spuren zerstückelter und durchbohrter Felseninseln und Felsenküsten zeügen von dem mächtigen Einfluß dieser unaufhaltsam fortdauernden Wirkung. Der Dornholm an der westlichen Küste von Shetland, ein durchlöcherter Fels, wie so viele andere ähnliche Felsen, von denen uns die Berichte der Seefahrer erzählen, die Holme, Scheeren und Stalks längs der skandinavischen, schottischen und shetländischen Küsten, die zerrissenen Felsengestade der Nordwestküste von Amerika und von Chili und anderer in Asien, ja das uns nahe liegende Helgoland, — alle diese Gegenden verkünden die zerstörende Kraft der Meereswogen, mit denen sich die nagende Thätigkeit der Atmosphäre verband. An niedrigen Küsten geht diese Art der Verwüstung haüfig viel schneller und furchtbarer vor sich; außerordentliche Fluthen von anhaltenden Stürmen herbeigeführt, setzen ganze Länder unter Wasser und zerstören sie bis auf die Grundfesten ihrer vormaligen Gestalt. Holland und die Nordseeküsten von Deütschland bieten hiervon u. a. die schlagendsten Beweise. Es war nicht eine einzige Fluth, wie hin und wieder gesagt worden ist, welche im Jahre 1225 den vormaligen Landsee Flevo in die jetzige Zuyder Zee verwandelte, sondern eine lange Reihe von Sturmfluthen, die fast das ganze dreizehnte Jahrhundert der Zeit nach einnahmen, bewirkte diese ungeheüre Umgestaltung eines ganzen Landes *).

Aber nicht blos an dem in die Luft hinausragenden Theil des festen Bodens wirken die oceanischen Fluthen, auch auf dem Meeresgrund ist ihre Thätigkeit in voller Kraft. So spricht Stevenson von Bewegungen des Meeres, die über zweihundert Fuß tief reichen und so mächtig sind,

*) S. v. Hoff's Geschichte der Veränderungen der Erdoberfläche, I. 355 ff.; das Studium dieses klassischen, von mir oft benutzten Werkes kann nicht dringend genug empfohlen werden.

daß sie Felsmassen in Stücke zerschlagen und als Trümmergestein von verschiedener Größe und Gestalt auf die Küsten schlagen. Daß die See, bemerkt er, bis zu bedeütender Tiefe aufgewühlt wird, ergiebt sich aus zahlreichen Wahrnehmungen, welche man seit Errichtung des Leüchtthurms auf dem Bell Rock gemacht hat, einer blinden Klippe, die in offener See, zwölf Meilen von Arbroath, in Forfarshire, liegt. Mehrmals sind große submarine Geschiebe (drift-stones), die über dreißig Kubikfuß betrugen und mehr als zwei Tonnen an Gewicht ausmachten, in Sturmzeiten aus der Tiefe auf den Fels geschleüdert worden. Diese großen Rollsteine sind den Leüchtthurmwärtern auf dieser Station so gewöhnlich geworden, daß sie von denselben „Reisende" genannt werden.

Das Meer übt, neben der zerstörenden, auch eine wiedererzeügende Kraft. Die gewöhnliche Wellenbewegung, der regelmäßig wiederkehrende Fluthstrom und die Meeresströme sind die Thätigkeiten, welche an niedrigen Küsten das feste Land zu vermehren streben. Es entstehen in diesen niedrigen Landstrichen lange Reihen von Geschiebebänken oder Sanddünen, die das Meer aus dem in seinem Schooße verborgenen Detritus, oder den Bruchstücken älterer Gesteine, aufbaut. Diese Bänke oder Dünen schützen nicht nur das flache Land gegen die Angriffe des Meeres, sondern tragen zur Veränderung des Landes wesentlich bei, indem sie entweder den Abfluß der kleinern Flüsse des Landes verhindern, wodurch dasselbe schnell versumpft, oder sie werden, wenn sie aus Sand bestehen, die Ursache, daß dieser Sand durch den Wind über die benachbarten Gegenden verbreitet wird.

So war ohne Zweifel der See Flevo entstanden; der östliche Rheinarm, oder vielmehr das einfache kleine Küstenflüßchen Yssel, ergoß sich in dieser Gegend ins Meer, bis die überhandnehmenden Dünen seine Mündung verstopften und einen Damm aufbauten, hinter dem sich das Ysselwasser zu einem Sumpfsee sammelte. So ward der Ausfluß des eigentlichen Rheins durch Sandanschwemmungen und Sanddünen verschüttet und erst in unseren Tagen, bei Katwyk, eine neüe Mündung geschaffen, um dem Entstehen eines zweiten Flevus vorzubeügen. Ganz Holland ist an seiner Westküste mit einem natürlichen Damm dieser Art vor den Einbrüchen des Oceans geschützt. Ganz ähnliche Verhältnisse finden bei den sogenannten Nehrungen, der Frischen und der Kurischen, Statt; sie sind Sandwälle, hinter denen sich die hier mündenden großen und kleinen Flüsse, als deren Abfluß zum Meere versperrt ward, zu Süßwasserseen, den Haffen, ansammelten; gleichartigen Naturwirkungen hat ohne Zweifel auch das Oderhaff sein Dasein zu verdanken; eben so

die vielen kleinen Strandseen längs der Pommerschen Küste *). Große Massen des Sandes rücken langsam, aber in einem bestimmten Verhältniß vor, wie man dies deütlich an den Dünenreihen wahrnimmt, die sich von der Mündung der Gironde längs der Seekante des Landes bis in die Gegend von Bayonne erstrecken. Westlich von der Mündung des Flusses Findhorn, in der schottischen Grafschaft Moray, erstreckt sich ein Distrikt von mehr als zehn englischen Geviertmeilen, der seiner Fruchtbarkeit halber einst die Kornkammer von Moray hieß; aber dieser Bezirk ist jetzt ganz entvölkert und verödet, eine Folge des Vorrückens der Stranddünen. Der Findhorn selbst wurde verstopft, aber mit der Kraft seines Gewässers hat er sich einen Ausweg gebahnt, freilich auf einer andern Linie als die frühere Mündung verfolgte. Die Stadt Findhorn hat ihre Stelle vom östlichen Ufer aufs westliche verändert, und ihre frühere Lage ist vom Meer bedeckt worden. Andere Gegenden von Schottland und den shetländischen Inseln, so wie auch die Hebriden, zeigen Merkmale dieser Wirkungen des Meeres.

Die zweite Kraft, welche bei dem gegenwärtigen Zustande der Erdoberfläche die auffallendsten Veränderungen ihrer früheren Beschaffenheit zu erzeügen vermag und die daher als eine Haupttriebfeder der großen Ereignisse in der Vorzeit der Geschichte unserer Erdrinde angesehen werden kann, ist das Feüer der Vulkane, das sich entweder durch unmittelbares Heraustreten an die Oberfläche, durch einen Ausbruch, oder durch ein Beben, Erschüttern der Erdkruste kund giebt.

Dieses Phänomen, welches in seinen Wirkungen so großartig ist und die furchtbarsten Folgen hinterläßt, verdient zwar eine ausführliche Betrachtung, in Erwägung jedoch, daß wir eine erschöpfende Darstellung der vulkanischen Erscheinungen, insbesondere der Erdbeben erst vor Kurzem bekannt gemacht haben **), können wir uns hier auf eine summarische Übersicht der Hauptthatsachen beschränken, denen wir aber ein Paar vorläufige Worte über die geographische Verbreitung der Vulkane voranschicken wollen, um weiter unten, im 47sten und 48sten Kapitel, näher darauf zurückzukommen.

Wie die Gebirge im Allgemeinen, so hat man auch die Feüerberge im Besondern nach Meridianen und Parallelen klassifiziren zu können geglaubt; namentlich ist es Sickler gewesen, welcher in seinen Ideen zu

*) Vergleiche oben S. 158.

**) In dem geographischen Almanach für das Jahr 1837; die Fortsetzung der darin gegebenen Abhandlung erscheint in dem Jahrgang 1838.

einem vulkanischen Erdglobus (1812) die Verbreitung der vulkanischen Thätigkeit nach einem System von Linien konstruirte, aus dem er schloß, daß die Feüerkraft unter den Polen am stärksten koncentrirt und im heißen Erdgürtel überall vorhanden sei. Sickler zählt neün meridianartige und drei in der Richtung des Parallels laufende Vulkanlinien auf.

Die meridianartigen Linien sind: —

1) Die große von Grönland über Island durch Eüropa, Afrika, über die Insel Bourbon bis zur Desolationsinsel sich erstreckende vulkanische Linie.

2) Die kleinere von Norwegens und Lapplands nördlichen Küsten ausgehende, über Eüropa und Asien streichende und auf Ceylon sich endende Vulkanlinie.

3) Die kleinere durch Sibirien und das westliche Tübet bis auf Sumatra streichende vulkanische Linie.

4) Die große, in Kamtschatka beginnende, über Japan, die Philippinen, die Molukken, bis Neüholland (wo die weiteren Beobachtungen gänzlich fehlen) sich fortsetzende Linie.

5) Die kleinere von Nipon aus über die Marianen, die Ostküste von Neüguinea bis zu Neüseeland streichende vulkanische Linie.

6) Die große, dem stillen Ocean zugewendete Linie durch Amerika, vom Eliasberge an bis zum Kap Hoorn.

7) Der große von Labrador über den See Ontario, die kleineren Antillen, bis nach Tristan da Cunha laufende vulkanische Linie.

8) Die große von Grönland aus über die Azoren, die Canarischen Inseln bis Tristan da Cunha laufende vulkanische Linie.

9) Die kleinere an der Westküste von Afrika streichende vulkanische Linie.

Die parallelartig sich darbietenden Linien sind nach Sicklers Vorstellung folgende: —

1) Die unter und zunächst um den Äquator kreisende, aus mehr als hundert, theils noch thätigen, theils ausgebrannten Vulkanen bestehende größte Linie.

2) Die ungleich kleinere, aber mit den tobendsten Vulkanen, die sehr zusammengedrängt sind, besetzte Linie um den Nordpol, von Lat. 51° an gerechnet. Hier findet sich, besonders in einem Gürtel von 15° die vulkanische Kraft am stärksten koncentrirt.

3) Die um den Südpol, ebenfalls vom 51sten Parallelkreis an streichende Linie, innerhalb welcher nach dem Polarkreise zu die Inseln des Feüerlandes, Circoncision, Desalation, das Sandwichsland und sonst

überhaupt sich nichts als solche Inseln den Seefahrern zeigten, welche die unlaügbarsten Spuren vulkanischer Entstehung und Zerstörung darstellen, obgleich sie sich oft mitten in Eisfeldern befinden, aus welch' letzterem Grunde diese Erdgegend noch zu wenig bekannt ist.

Gegen diese Klassifikation der vulkanischen Erscheinungen hat Hr. von Ungern-Sternberg (1825) den Einwand gemacht, daß die Sickler-schen Linien zu große Unterbrechungen erleiden, um ihre Existenz annehmen zu können. Ein beträchtlicher Theil von Asien und Afrika zeigt, wie er sehr richtig bemerkt, keine vulkanische Gebirge. Die Koncentrirung der vulkanischen Kräfte in den Polen läßt sich nicht erweisen. Von Lat. 67° bis 80° N. zeigen sich wenig Spuren von vulkanischen Wirkungen; weder in der Baffinsbai, noch in Spitzbergen werden thätige und in Nowaja-Semlja (?) nur ausgelöschte Feüerberge gefunden. Die letzten thätigen Feüerberge gegen Norden liegen, mit Ausnahme der Insel Jan Mayen (Lat. 71°) zwischen den Parallelen von Lat. 60° und 67°. Gegen den Südpol hin findet man die letzten Feüerberge zwischen Lat. 40° und 60°, allein unter dieser Parallele liegen auch viele Inseln, welche keine Spur von Vulkanität zeigen. Dagegen läßt es sich nicht laügnen, daß im heißen Erdgürtel von Lat. 20° N. bis Lat. 20° S. eine große vulkanische Thätigkeit Statt findet, welche aber, in einer Linie fortlaufend betrachtet, haüfig unterbrochen wird. Wenn man, sagt Ungern-Sternberg, die Erde in zwei ungleiche Hemisphären theilt, wovon die erste vom 95sten Meridian O. Paris bis zum 299sten sich erstreckt, so findet man in dieser Hemisphäre die größte vulkanische Thätigkeit und zwar auf den Inseln und an den Küsten des großen Oceans. Auf der andern Hemisphäre hingegen ist diese Thätigkeit weit geringer; am wirksamsten zeigt sie sich unter dem Meridian von Long. 20° W. und unter dem Pariser Meridian.

Hr. von Hoff bemerkte in Folge seiner Untersuchungen über die Feüerberge und Erdbeben (1824), daß bei der Lage der Vulkanzüge in so fern ein bestimmtes Gesetz zu gelten scheine, als jeder von ihnen in einer gewissen mehr oder weniger großen Erstreckung der linearen Richtung folgt; aber ein allgemein für das Ganze geltendes Gesetz dieser Richtung läßt sich wol noch nicht aufstellen. Der Vulkanzug des mittelländischen Meeres laüft in linearer Erstreckung, wenn man die Azoren mit dazu rechnet, wenigstens achtzig Parallelgrade weit von O. nach W. Die Isländische Erschütterungslinie scheint von S.W. nach N.O. gerichtet zu sein. Die Erschütterungslinie der Aleütischen Inseln streicht fast von O. nach W., doch bogenförmig und bricht sich in der Halbinsel

Kamtschatka fast im rechten Winkel gegen S., in welcher Richtung sie durch die Kurilischen und Japanischen bis zu den Australasischen Inseln zieht. Von ihr laufen, wie es scheint, gleichsam mehrere Strahlen gegen S.O. und gegen O. Die große Vulkanlinie der Sundainseln ist zuerst von O. nach W., dann von S.O. nach N.W. gerichtet. Die große amerikanische Vulkanlinie laüft vom Feüerlande an bis Mexiko größtentheils von S. nach N., doch mit bogenförmigen Abweichungen, sendet Strahlen gegen N.O. und bricht sich in Mexiko so, daß sie dort die Richtung von O.g.S. nach W.g.N. annimmt. Ein ellipsenförmiger Vulkanzug umschließt das ganze Caraibische Meer. Alle diese Vulkanzüge senden hie und da Seitenzweige in anderer als ihrer Hauptrichtung aus, an deren Endpunkten oft wieder ein Brechen der Richtung in scharfen Linien wahrzunehmen ist. Man sieht hieraus, fügt Hr. von Hoff hinzu, daß es fast keine Weltgegend giebt, nach welcher nicht irgend einer der Vulkanzüge der Erde seine Richtung nähme, und daß in jeder der Halbkugeln der Erde, man theile dieselbe nach welcher Richtung man wolle, und auch in jeder bekannten Zone sich solche Züge finden. Daher dürfte es, — so lange man wenigstens nicht andere als die hier angegebenen Richtungen der Züge durch genügende Beobachtungen zu bestimmen vermag, — sehr schwer, wo nicht unmöglich sein, ein allgemeines Gesetz für die Richtung der Vulkanlinien auf der Erdoberfläche anzugeben. Ein Gesetz dieser Art, welches auf die astronomische Eintheilung der Erdoberfläche einige Beziehung hätte und auf kosmische Einwirkungen deüten könnte, läßt sich am allerwenigsten auffinden.

Ein Resultat allenfalls, bemerkt Hr. von Hoff weiter, welches aus dem Verhalten der Vulkanlinien auf dem Erdball hervorzugehen scheint, ist eine große Ähnlichkeit desselben mit dem Verhalten derjenigen Art von Erzgängen in den Gebirgen, welche als Spalten in den festen Gebirgsmassen angesehen werden dürfen. Auch die Vulkanlinien verhalten sich wie solche Spalten, die durch eine eigenthümliche Kraft in linearer, aber darum nicht immer in weitererstreckter geradlinigter, Richtung hervorgebracht worden zu sein scheinen. Eben so aber verhalten sich auch die Züge der Urgebirge selbst. Daher liegt die Vermuthung in der That sehr nahe: daß die mit den Vulkanzügen in so inniger Verbindung stehenden, die Erdoberfläche in linearen Richtungen durchziehenden Urgebirgsketten Erhebungen sein können, von dem allgemeinen Erdvulkanismus in der Zeit seiner größten Thätigkeit hervorgebracht. Im sieben und vierzigsten Kapitel werden wir Gelegenheit haben, die geographische Vertheilung der Vulkane näher ins Auge zu fassen.

Schon im Eingange dieses vierten Buches unserer Grundzüge der physikalischen Erdbeschreibung haben wir auf den Unterschied der Erhebungs- und Ausbruchskrater aufmerksam gemacht. Dort, im fünf und dreißigsten Kapitel, ist, nach L. von Buchs geistreicher Auffassung, der Karakter der Erhebungsinseln geschildert worden *), hier kommt es darauf an, die zweite Klasse der Kratere ins Auge zu fassen. Der Ausbruchskrater ist nämlich der oberste Theil, oder die Öffnung, einer aus dem Innern eines Vulkans bis zum Gipfel emporsteigenden, bleibenden, schlottähnlichen Röhre, welche den in der Tiefe, auf dem sogenannten Heerd des Vulkanes, entwickelten gasigen, flüssigen und festen Auswürfen den Ausgang verstattet.

Diese gewaltigen Feüeressen der Natur sind nicht fortdauernd in Thätigkeit, sie werfen nicht beständig Flammen aus, auch fließt nicht unaufhörlich Lava von ihren Abhängen herab, im Gegentheil, oft verharren sie Jahrhunderte lang in einem Zustande der Unthätigkeit und vollkommensten Ruhe. Der Vesuv, sagt Jameson, den wir, wie bereits erwähnt, hier zum Hauptführer wählen, war seit undenklichen Zeiten erloschen, als er, aus seinem Schlummer erwachend, während der Regierung des Titus, plötzlich sich wieder entzündete und die Städte Pompeji, Herculaneum und Stabiä unter seine Asche begrub. Dann wurde er im ersten Drittel des zwölften Jahrhunderts ganz ruhig; und im Jahre 1631, wo er, mit Ausnahme der sehr geringen Eruptionen von 1306 und 1500 oder 1506 zum ersten Mal wieder in Thätigkeit trat, war sein Gipfel bewohnt und mit Wäldern bedeckt. Die Bewohner von Catania betrachteten die Nachrichten, welche die Geschichte von den Ausbrüchen des Etna überliefert hat, als eine Fabel, bis ihre Stadt von dem Feüer dieses Vulkans verwüstet und zum Theil von Grund aus zerstört wurde.

Unterirdisches Getöse und das Erscheinen oder die Zunahme von Rauch, welcher aus dem Krater in die Lüfte steigt, sind gemeiniglich die ersten Symptome der vulkanischen Thätigkeit. Nun nimmt das Getöse zu, die Erde bebt, sie erleidet Stöße, und alles verkündet, daß der Feüerberg in Arbeit sei. Der Rauch vermehrt, verdichtet sich und wird mit Asche beladen. Ist die Luft ruhig, so sieht man den Rauch in Gestalt einer ungeheüern Säule zu einer sehr großen Höhe senkrecht emporsteigen. Hier, in einer dünnern Atmosphäre, hört er auf zu steigen;

*) Auf die Einwürfe, welche einige Naturforscher, namentlich Lyell und Scrope, gegen die von Hrn. von Buch aufgestellte Ansicht von der Bildung der Erhebungskratere gemacht haben, können wir hier nicht eingehen.

und sein oberer Theil bildet, indem er sich zu einer Wolke ausbreitet, gleichsam den Knauf eines gigantischen Saülenschaftes, oder unter günstigen Umständen die Gestalt eines ungeheüren Regenschirms, oder einer italiänischen Pinie, mit welcher der ältere Plinius die Rauchwolke beim Ausbruch des Vesuvs im Jahre 79 n. Chr. Geb. vergleicht, eine Gestalt, welche sie auch bei der Eruption im Oktober 1822 annahm. Ein anderes Mal breitet sich der Rauch in der Atmosphäre aus; er bildet große, dicke Haufenwolken, die das Tageslicht verdunkeln und das Land umher in Finsterniß hüllen. Diese Saülen und Wolken werden oft von schrecklichen Strahlen glühendrothen Sandes durchschnitten, die Flammen gleichen und zu außerordentlicher Höhe sprühen. Zuweilen zucken Blitze durch die finstere Masse, und von allen Seiten hört man schreckliche Explosionen. Dann werden glühende Steine und geschmolzene Massen aus dem Innern des Berges unter fürchterlichem Getöse empor geschleüdert. Sie steigen gen Himmel, breiten sich auf ihrer Bahn aus und stürzen rings um die Mündung des Vulkans als glühende Regenschauer von Asche, Schlacken oder Steinen. Das Zittern und Beben des Bodens dauert fort und nimmt an Heftigkeit zu. In Mitten dieser Zuckungen wird die geschmolzene Masse, die die unterirdischen Schmelzhüten erfüllt und schon an den Boden der Esse geschleüdert ist, von elastischen Flüssigkeiten gehoben; sie tritt in den Krater und breitet sich, indem sie den niedrigsten Rand dieses ungeheüern Lochs überfluthet, auf den Abhängen des Vulkans aus und strömt, zuweilen sehr schnell, zuweilen aber auch und zwar am haüfigsten, als ein majestätischer Fluß langsam und ruhig der Tiefe zu. Sehr oft ereignet es sich, daß die Mauern der Esse, in der die Lava emporwirbelt, dem furchtbaren Druck oder der Hitze nicht widerstehen können; dann bersten sie, und der neüen Mündung entstürzt ein Feüerstrom, der, in verschiedene Betten getheilt, mit furchtbarem Ungestüm dem Fuß des Berges zueilt; die glühenden Massen breiten sich auf fruchtbaren Feldern aus und verbrennen oder reißen alles mit sich fort, was sie auf ihrem Wege finden. Zu diesen Feüerströmen gesellen sich zuweilen ungeheüre Wasser- und Schlammströme, die Vulkan, der gewaltige, in seiner Werkstätte losläßt; oder der Himmel öffnet seine Schleüsen und bringt Verwüstung und Zerstörung den Feldern, die der Lavastrom verschonte und darum dem allgemeinen Untergange schon entschlüpft zu sein glaubten. Mephitische Gase und erstickende Aushauchungen brechen bisweilen, besonders in niedrigen Lagen, hervor; Thieren bringen sie den Tod und den Pflanzen, und vervollständigen so die Scene allgemeiner Vernichtung.

Nach dem Auswurf der Laven scheint die Erde befreit von dem Übel, welches sie bewegte, die Erdstöße hören auf, die Explosionen und Auswürfe nehmen eine Zeit lang ab, und der Vulkan genießt einen Augenblick Ruhe; aber nun findet in seinem Schlund ein neües Aufsteigen Statt, dieselben Phänomene wiederholen sich auf eine noch schrecklichere Weise und dieser Zustand der Dinge währt einen Zeitraum hindurch, dessen Dauer sehr veränderlich ist. Endlich hört die Krisis auf, und der Vulkan nimmt zuletzt seine ursprüngliche Ruhe wieder an.

So ist der Verlauf einer vulkanischen Eruption, die je nach Lokalumständen eine kleine Veränderung erleiden kann. Werfen wir nun den Blick auf die Materien, welche aus dem Kraterschlund in die Luft und auf den Rand und den Abhang des Berges geschleüdert werden.

Die ungeheüern Rauchsaülen, welche man aus dem Krater, oft mit außerordentlicher Schnelligkeit, emporsteigen sieht, bestehen hauptsächlich aus Wasserdampf, der mit gasigen Substanzen, insbesondere mit Hydrogen, zuweilen auch mit kohlensaurem Gas geschwängert ist. Flüchtige Schwefelsaüre und Salzsaüre werden ebenfalls ausgeworfen. Der Rauch ist grau oder weiß, bisweilen auch braünlich schwarz oder rußfarbig, und dann ist sein Geruch wie der von Asphalt oder Erdpech.

Die vulkanische Asche ist ein grauer oder weißer, ziemlich leichter und sehr feiner Lavenstaub, der in Wasser geworfen einen Brei bildet. Stets ist die Asche mit einer größern oder geringern Quantität Sand vermengt, der ihr die schwarze Farbe giebt, welche dann und wann an ihr wahrgenommen wird. Die Gasaushauchungen der Kratere führen diese Asche mit sich fort und schleüdern sie in die Atmosphäre, wo sie ungeheüre Wolken bilden und den Himmel auf eine Weise trüben, daß nicht selten Tageshelle in nächtliche Finsterniß verwandelt wird. Beim Ausbruch des Hekla im Jahre 1766 (er dauerte vom 5. April unaufhörlich bis zum 16. Juli) verursachten Wolken dieser Art eine solche Finsterniß in dem über zwanzig deütsche Meilen vom Vulkan entfernten Orte Glaumbär, daß die Menschen nur durch Tappen den Weg finden konnten. Während der Eruption des Vesuvs im Jahre 1794 mußten die Bewohner von Caserta, vier Meilen entfernt, am hohen Mittag mit Fackeln gehen, eben so die Bewohner von Hambato und Tacunga, beim Ausbruch des Cotopaxi, am 4. April 1768. Am 1. Mai 1812 bedeckte eine, aus den Vulkanen der Insel St. Vincent aufsteigende Aschen- und Sandwolke ganz Barbadoes und verbreitete eine so dicke Finsterniß, daß man in freier Luft und um Mittag nicht die zunächst stehenden Baüme und ein weißes Tuch nicht auf einen halben Fuß weit erkennen konnte.

Barbadoes ist über fünfzehn Meilen von St. Vincent entfernt. Die Strecken, auf welche vulkanische Asche und vulkanischer Staub verbreitet worden, sind oft ungeheüer. Bei der Eruption des Vulkans Cosiguina, im Januar 1835, reichte die vulkanische Asche bis Nicaragua (an 40 deütsche Meilen), und sie fiel auf das Verdeck eines Schoners, der sich an der Mosquitoküste, an 75 deütsche Meilen vom Cosiguina befand. Von einem Ausbruch des Vesuvs, dessen Zeitpunkt jedoch nicht festzustellen ist (gewöhnlich giebt man das Jahr 471 oder 472 an), wird erzählt, daß sein schwarzer Staub in und um Konstantinopel fiel (190 deütsche Meilen vom Vesuv); ja als im April 1815 der Tomboro auf Sumbawa, einer der Sunda Inseln, einen fürchterlichen Ausbruch hatte, kam der Staub bis Benkulen auf Sumatra, was, fügt L. von Buch hinzu, so weit ist als vom Etna bis Hamburg (240 deütsche Meilen). Dieser vulkanische Aschenregen erzeügt in den Landschaften, wo er fällt, oft sehr mächtige Erdlagen, die, wenn sie aufgehaüft und vom Wasser durchdrungen werden, eine Art vulkanischen Tuffs, oder Pozzolangesteins, bilden, eine mehr oder weniger scheinbar gleichartige, lockere, weiche, fast zerreibliche Masse, von Farbe gelblich- oder schwärzlichbraun, aschgrau, röthlich, braünlich, seltener ziegelroth und glanzlos.

Der vulkanische Sand besteht aus kleinen Lavapartikelchen, die sich beim Auswurf in die Luft zu Tropfen bildeten und verhärteten. Sie sind nichts weiter als sehr kleine Schlacken oder Fragmente gewöhnlicher Schlacken und überdem mit zahlreichen kleinen Augit- und Feldspath-Krystallen, oder Bruchstücken dieser Krystalle gemengt. Das Quantum Sand, welches von den Vulkanen ausgespien wird, ist zuweilen ungeheüer. Er bildet den größern Theil der Auswürflinge und der Masse vieler Feüerberge, z. B. des Etna. Der feinste Sand mischt sich unter die Asche und macht, wie schon erwähnt, einen Theil der vulkanischen Wolken aus. Haüft sich der Sand zu sehr auf den Abhängen des Berges, um von diesen länger getragen werden zu können, so gleitet er herab und breitet sich am Fuße aus. Beim Ausbruch des Vesuvs im Jahr 1822 stürzte ein Sandstrom dieser Art herab und wurde, weil er glühend roth war, aus der Ferne für einen Lavastrom gehalten.

Die Gase, welche aus dem Heerde des Vulkans emporströmen, führen, indem sie durch die Masse der geschmolzenen Lava mit ungeheürer Kraft und Geschwindigkeit entweichen, einzelne Theile dieses zähen Stoffes mit sich fort in die Atmosphäre, wo sie, durch den Widerstand der Luft, noch weiter getheilt werden und das aufgeschwollene poröse, schwammige Ansehen annehmen, welches die Schlacken unserer Hütten-

werke so oft haben. Darum nennt man diese Auswürflinge Schlacken. Bimssteine gehören ebenfalls zu den Auswürflingen, die, wenn sie sehr klein, nur einige Linien groß sind, mit einem italiänischen Ausdruck Rapilli genannt werden, und die Lager von zwei bis vier Fuß Mächtigkeit bilden und von vulkanischer Asche, auch von Dammerde überdeckt sind. Hierher gehören auch die in Gestalt von Tropfen oder länglichen Sphäroiden auftretenden Lavatheile, welche man vulkanische Bomben genannt hat, und deren auf den Feldern der verloschenen Vulkane in der Auvergne so viele vorkommen, ferner verglaste Massen, Zusammenhaüfungen von Krystallen ꝛc.

Zuweilen befinden sich unter den Auswürflingen der Vulkane auch Felsstücke, von denen viele keine Merkmale der Schmelzung an sich tragen. Diese werden von einigen Naturforschern als Fragmente des Gesteins betrachtet, aus welchem die Mauern der innern Höhlungen bestehen, und die vielleicht von irgend einem Strom elastischer Flüssigkeiten losgerissen und emporgeschleüdert worden sind. Andere dagegen behaupten, sie seien Bruchstücke von Felsen, welche feüriger Auflösung und Krystallisation ihr Entstehen zu verdanken hätten. Fragmente dieser zweifelhaften Massen findet man in großer Menge auf dem Monte Somma; sie bestehen hier aus körnigem Kalkstein, der Glimmer und viele andere Mineralien enthält. Ungeheüre Massen werden von den hohen Feüerbergen ausgeworfen. Der Cotopaxi hat im Jahr 1533 Felsenstücke von neün bis zehn Fuß im Durchmesser emporgeschleüdert. Die niedrigen Feüerberge, wie z. B. der Stromboli, werfen in der Regel nur Steine von einigen Zoll Durchmesser aus.

Die Wurfkraft der Vulkane ist ungeheüer; beim Etna und dem Vesuv hat man die Wahrnehmung gemacht, daß die Geschwindigkeit der ausgeworfenen Massen der Anfangsgeschwindigkeit einer Kanonenkugel gleich kam, das ist, bei einer vier und zwanzigpfündigen Kugel, zwei tausend Fuß in der Zeitsekunde. Der gigantische Cotopaxi schleüderte ein Felsenstück von etwa hundert Kubikellen drei Meilen weit.

Hat man Gelegenheit, die flüssige Lava im Innern des Kraters zu beobachten, so fällt die Ähnlichkeit derselben mit der geschmolzenen Materie in unsern Hochöfen auf; man sieht sie in einem Zustande des Kochens, der mehr oder minder heftig ist. Strahlen der geschmolzenen Substanzen werden von der flüssigen Oberfläche durch die Kraft elastischer Fluida in die Höhe geschleüdert, und diese Dämpfe sind es, welche die Lava emporheben. Ist der Berg hoch, wie der Pik von Teneriffa oder der Etna, so sind diese Fluida nicht kräftig genug, die Lava bis zur

Kratermündung zu heben, oder es besitzen vielmehr die Seiten oder Mauern des Berges nicht die hinreichende Stärke, dem Gewicht und Druck der langen und schweren Lavasäule Widerstand zu leisten; in diesem Falle zerdrückt oder schmilzt sie die Wände des Kraters und bildet eine Seitenöffnung, durch die sie mit großer Geschwindigkeit hervorbricht. Sind dagegen die Feüerberge verhältnißmäßig niedrig, wie u. a. der Vesuv, so erreicht die Lava die Mündung des Kraters, fließt über seinen Rand und von dort an den Abhängen des Berges herab. Den Fuß desselben erreichend spaltet sie sich in verschiedene Arme, je nach der Beschaffenheit und Böschung des Grundes, auf dem sie fließt. Die Geschwindigkeit, mit welcher die Lavaströme sich bewegen, ist sehr verschieden; sie hangt nicht allein von jener Neigung des Bodens, sondern auch von der Menge und der größern oder geringern Zähigkeit der Lava ab. De la Torre sah am Vesuv Lavaströme eine Strecke von 2400 Fuß in einer Stunde zurücklegen. Hamilton beobachtete einen, der 5400 Fuß in derselben Zeit durchlief. Der Ausbruch von 1776 bot einen andern dar, welcher sich mehr als 6000 Fuß weit in vierzehn Minuten bewegte. L. von Buch sah bei der Eruption von 1805 einen Lavastrom vom Gipfel des Vesuvs nach der Meeresküste fließen, das ist in gerader Linie eine Weite von ungefähr 20,000 Fuß. Aber dies sind außergewöhnliche Geschwindigkeiten; im gewöhnlichen Zustande fließt die Lava viel langsamer; so hält man es am Etna für eine große Geschwindigkeit, wenn sie auf geneigter Ebene 1200 Fuß in der Stunde zurücklegt. Auf flachem Boden braucht sie zuweilen ganze Tage, um nur wenige Fuß vorzurücken.

Die Langsamkeit, mit der sich die Lava abkühlt, ist nicht minder bemerkenswerth als die, mit der sie sich bewegt. Wird auch die Oberfläche schnell kühl und fest, so ist dieses doch nicht mit dem Innern des Lavastroms der Fall; hier koncentrirt sich die Hitze und behält sie Jahre lang. Man kennt Ströme, die noch zehn Jahre nach dem Ausbruch flossen, und am Etna hat man Laven beobachtet, die zwanzig Jahre nach der Eruption noch rauchten. Das größte Beispiel aber vom langen Zurückhalten der innern Hitze mag wol am Jorullo wahrgenommen worden sein. Die ungeheüre, im Innern stellenweise bis über 480 Fuß mächtige Lavamasse, welche diesen Berg umgiebt, rauchte noch fünf und vierzig Jahre nach ihrem Auswerfen, als A. von Humboldt sie 1804 besuchte; die Hitze, welche diese, vier Quadratmeilen bedeckende, Lavamasse aushauchte, war so groß gewesen, daß mehrere Jahre lang nach beendetem Ausbruch die benachbarten Ebenen dadurch unbewohnbar wurden. Zwei Bäche, welche sich durch sie den Weg bahnten, hatten, als Humboldt sie beobachtete,

an ihrem Austritt 52°,, C. Hitze bekommen, und die Temperatur der Luft betrug im Schatten 43°. Spätere Nachrichten des englischen Reisenden Bullock zufolge, soll diese Lava noch rauchen, d. h. nach acht und sechszig Jahren; Burkart dagegen, welcher im Jahre 1827 den Jorullo besuchte, fand, daß nur wenige der auf der Lavamasse stehenden kleinen Kegel (hornitos) noch eine höhere Temperatur als die der Luft zeigten und fast gar keine mehr wässerige Dämpfe ausstoßen. Dagegen fand er die Temperatur jener Quellen 38° bei 30° Luftwärme, und die im Innern des Kraters ausgestoßenen Dämpfe zeigten eine Wärme von 45° bis 54° bei 24° Lufttemperatur, während das Gestein in ihrer unmittelbaren Nähe noch haüfig bis zum Verbrennen der Fußbekleidung erhitzt war.

Aus diesen Thatsachen können wir schon schließen, wie ungeheüer groß die Hitze sein müsse, welche die Lava bei ihrem Austritt aus dem Krater besitzt. Als der Lavastrom des Vesuvs vom Jahre 1737 in das Karmeliterkloster bei Torre del Greco eindrang, schmolzen die gläsernen Trinkgeschirre, die im Refektorio auf den Tischen standen, und wurden in eine unförmliche Masse verwandelt; ja es wird von dem Lavastrom des Jahres 1767 angeführt, daß die Feüergluth Gläser in einigen Haüsern geschmolzen habe, welche der Strom nicht erreichte. Sehr interessant waren die Beobachtungen, welche man an der Lava von 1794 machte, als nach vollendeter Zerstörung der verfestete Lavagrund wieder aufgegraben wurde, theils um zu retten, was etwa noch erhalten war, theils um die Fundamente der neü aufzubauenden Stadt (1795) auszuhöhlen. Man fand dabei viele Körper auf sehr eigenthümliche Weise verändert; die merkwürdigsten derselben waren folgende: —

Kalksteinstücke hatten ihre Kohlensaüre behalten und waren nur sandig-körnig geworden. Feüersteine fand man ganz undurchscheinend, zerborsten und an den Kanten wie an der Oberfläche zusammengeschmolzen; die Hitze war also hinreichend, die Kieselerde zu schmelzen. Das Glas der Fensterscheiben war in eine milchfarbige Steinmasse verwandelt. Geschmiedetes Eisen hatte sich aufgebläht und nahm das Drei- bis Vierfache seines früheren Volumens ein; ja es verlor seine Dehnbarkeit und bildete im Innern oktaedrische Krystalle, Körner und Blätter, was es nur unter günstigen Umständen thut, wenn es lange Zeit hindurch der Hochofenhitze ausgesetzt und in vollständigem Fluß erhalten wird. Zuweilen fand man sogar die Oberfläche von größeren Eisenstangen vererzt und in krystallisirten Spatheisenstein, Magneteisen und in Eisenglanz verwandelt; auch Schwefelkies scheint vorhanden gewesen zu sein. Kupfer-

münzen hatten ihr metallisches Ansehen verloren und Goldmünzen ihren Kupfergehalt auf der Oberfläche als einen dunkeln Überzug ausgesondert; und in Reliquienkästchen, die zusammen geschmolzen waren, sah man in den durch Aufblähen veranlaßten Blasenraümen oktaedrische Krystalle von glänzend reinem Silber, die durch Verflüchtigung und Sublimation entstanden waren. Messing und Glockenmetall verhielt sich sehr eigengenthümlich; es war geschmolzen, und seine Hauptbestandtheile, Kupfer und Zink, waren gesondert worden; ersteres erschien krystallisirt, theils metallisch, theils als Rothkupfererz; letzteres ebenfalls theils metallisch, theils als Blende in hübschen Krystallen.

Parrot, der Vater, hat sich durch diese interessanten Beobachtungen bewogen gefunden, die Temperatur dieser Lava reichlich auf den Schmelzpunkt des Silbers zu setzen; dieser aber beträgt nach Chaptal 1652° Cent.; wir dürfen indeß aus leicht zu rechtfertigenden Gründen die Temperatur auf 1977° Cent. setzen, welches der Schmelzpunkt des Gußeisens sein soll; und doch war diese Lava, bevor sie jene Wirkungen ausübte, schon fast dreiviertel Meile weit geflossen und mußte unter Weges sehr viel Hitze an den benachbarten Körpern und durch die stets aus ihr entweichenden Dämpfe verloren haben. Wir dürfen daher wol mit Sir James Hall annehmen, daß die Hitze, welche die Vulkane erzeügen, viel größer sei, als nöthig wäre, um die Steinmasse der Lava zu schmelzen, und daß sie mithin Alles übertrifft, was wir von künstlicher Hitze hervorzurufen im Stande sind.

Die Größe der Lavaströme ist sehr verschieden. Der größte Strom, welcher jemals am Vesuv beobachtet worden ist, hatte eine Länge von 47,500 Fuß; der Strom von der Eruption des Jahres 1805 war 16,730 Fuß lang, 8540 Fuß breit und 30 bis 40 Fuß hoch; der Strom von 1794 hatte eine Länge von 12,600 Fuß, eine Breite von 300 bis 1200 Fuß und eine Tiefe von 24 bis 30 Fuß. Der Lavastrom, welcher sich im Jahr 1787 aus dem Etna ergoß, war vier Mal größer als der Vesuvstrom von 1805, und Dolomieu behauptet, daß der sicilianische Vulkan Ausströmungen gehabt habe, welche eine Länge von zehn Meilen erreichten. Einer der größten Lavaströme ist der, welcher 1783 sich in Island ergoß, und zwar in einer Länge von 20 Meilen und in einer Breite von 8 Meilen.

Diese Lavaströme, welche einer über den andern geflossen sind und andere Ausbruchserzeügnisse, als Sand, Asche und Schlacken, zwischen sich eingeschlossen haben, bilden eine Reihe geneigter Lager, die dem Berge seine konische Gestalt geben.

In den Beschreibungen vulkanischer Eruptionen ist oft die Rede von Wasser- und Schlammergießungen der Vulkane. Viele dieser Erscheinungen sind äüßere Wirkungen, wie es mit denen der Fall ist, welche am Vesuv, Etna und Hekla Statt zu finden pflegen, andere dagegen sind innere, wie bei den Vulkanen von Quito.

Die äußeren Wasser- und Schlammströme rühren von den starken Regengüssen her, welche durch Condensation der großen Saülen Wasserdampfes, die aus dem Krater während eines Ausbruchs aufsteigen, haüfig entstehen. Dieser Regen bildet, indem er sich mit dem Aschen- und Sandregen vermischt, Ströme, welche, mehr oder minder mit erdigen Substanzen vermengt, an den Abhängen des Berges herabfließen, sich am Fuße desselben ausbreiten und zuweilen weit ins niedrige Land reichen. Das Schmelzen großer Schneelasten vermittelst der Lava führt ebenfalls große Wasser- und Schlammfluthen herbei. Im Jahre 1755 fand am Etna eine Fluth dieser Art Statt, welche die Abhänge des Berges auf acht Meilen weit verwüstete und seine niedrigen Theile, so wie das Seegestade mit Sand, Asche, Schlacken und Lavabruchstücken überschwemmte. Ähnliche Fluthen ereignen sich auch auf Island und vorzugsweise in Amerika, wo die Vulkane über die Schneegränze reichen.

Oft dringt das Wasser durch Infiltration auch in das Innere des Vulkans. Es sammelt sich hier in unterirdischen Gewölben und bricht bei einer Eruption, oder auch ohne dieselbe in Folge heftiger Erdstöße, die den Berg öffnen, hervor und überschwemmt die benachbarten Landschaften. Während des Erdbebens, welches Lima im Jahre 1746 verwüstete, öffneten sich in Lucanos und in den Gebirgen von Conception vier Vulkane und richteten eine furchtbare Überschwemmung an. Die Vulkane von Quito bieten zuweilen dieselben Phänomene dar, die hier überdem mit außerordentlichen Ereignissen verknüpft sind. Die ungeheüern Kegelkolosse Cotopaxi, Pichincha, Tunguragua 2c. sind gewisser Maßen nur die Gipfel der Vulkane, zu denen sie gehören, und deren Abhänge wahrscheinlich in der großen Masse der Andeskette eingeschlossen sind. Seit Menschengedenken ist aus diesen Vulkanen keine Lava geflossen, doch sah A. von Humboldt alte Lavaströme am Sanguay und selbst auf dem Antisana. Da die vulkanischen Kräfte, bemerkt der berühmte Reisende, schon selten mächtig genug sind, die Lavasaüle bis zum Gipfel des Etna und des Piks von Teneriffa zu heben, so werden sie es noch weniger im Stande sein bei Vulkanen, welche doppelt so hoch als jene sind. Im Etna und dem Pik kann sich die Lava im untern Theil des Berges einen Ausweg bahnen, aber dies kann nicht bei

Vulkanen Statt finden, deren Fuß bis zu einer Höhe von 1500' in der ganzen Breite der Cordillerenmasse wurzelt. Diese Vulkane beschränken sich bei ihren Auswürfen auf Asche, Schlacken und Bimsstein. Sie speien auch ungeheüre Massen von Wasser und Schlamm, doch häufiger vermittelst Öffnungen, die an den Abhängen des Kegels entstehen, als durch den Krater selbst. Diese Schlammwasser bilden gleichsam große Seen in den verschiedenen Höhlungen des Innern der Vulkane. Sie stürzen, wie gesagt, aus den unterirdischen Gewölben heraus, wenn mit der Außenseite eine Verbindung eröffnet worden ist. Als nördlich vom Chimborazo in der Nacht vom 19. zum 20. Juni 1698 der Gipfel des 3000' hohen Berges Carguairazo einstürzte, da bedeckte Schlamm auf fast zwei deütsche Quadratmeilen alle Felder umher, und die Zahl der umgekommenen Menschen war so groß, daß man in Tacunga und Hambato die Leichname in Gräben zusammenhaüfen mußte. Dieses Phänomen ist es, welches in Quito und Peru Verwüstungen anrichtet, nicht das vulkanische Feüer und Ströme brennender Substanzen. Die zerstörende Materie ist Schlamm, die von ihrem weichen Zustande schnell in harten übergeht; sie wird Moya genannt, und ihre Ströme heißen im Lande Lodagales. Diese Moya gewährt zwei merkwürdige Erscheinungen. Zuweilen, wie es u. a. bei dem Lodagale der Fall war, der während des Erdbebens von 1797 den Bezirk Pilinlo überfluthete und das Dorf gleichen Namens zerstörte, enthält sie in großer Menge eine brennbare Materie, die von den Indianern zur Feüerung benutzt wird. Die andere Erscheinung ist noch sonderbarer. Es ist ein kleiner Fisch, der Wels der Kyklopen (Pimelodes Cyclopum), den die Bewohner des Hochlandes von Quito Preñadilla nennen, und der beim Bersten der unterirdischen Wasserbehälter in so ungeheürer Menge ausgeworfen wird, daß z. B. im Jahr 1691, als der fast erloschene Vulkan Imbambaru seine Schlammschleüsen öffnete, die bald darauf in der Stadt Ibarra ausbrechenden Faulfieber den von diesen Fischen ausgehauchten Miasmen zugeschrieben wurden. Dieselbe Species bevölkert die Bäche der Provinz Quito. Wie sind sie aber in diese unterirdischen Seen gekommen? Einige Indier versicherten Hrn. von Humboldt, daß die von den Vulkanen ausgespieenen Fische noch lebend vom Berge herabkämen; diese Angabe ist jedoch nicht beglaubigt, Thatsache dagegen ist es, daß unter der unzähligen Masse von todten Fischen, die in kurzer Zeit vom Cotopaxi mit gewaltigen Fluthen kalten und süßen Wassers herabströmen, sehr wenige sich befinden, die so entstellt wären, daß man annehmen könnte, sie seien den Einwirkungen einer großen Hitze ausgesetzt gewesen. Als der Cotopaxi

im Jahre 1742 eine Eruption hatte, entstand eine 130 Fuß hohe Wasserfluth, die Haüser, Menschen und Vieh ins Grab senkte. Man sah Wasser- und Feüerströme aus den Seitenwänden des Berges hervorbrechen, ein Meer von kochendem Wasser bedeckte in wenig Augenblicken Meilen weit die ganze Gegend, und glühende Massen, Eisblöcke und Felsenstücke wälzten sich in der verheerenden Fluth.

In verschiedenen Gegenden sieht man Strahlen, von Gasen getrieben und mit Erde vermischt, aus dem Boden hervorbrechen und ihr aus Schlamm bestehendes Material, in der Nachbarschaft der Öffnungen und hauptsächlich um sie herum, ablagern in Gestalt von Kegeln, welche nach sehr kleinem Maaßstabe die vulkanischen Kegel darstellen und deshalb Luft- (auch Schlamm-) Vulkane (Salses, Salazes, Volcancitos) genannt werden. Einer der merkwürdigsten ist der Macaluba in Sicilien; er ist, wie Dolomieu gezeigt hat, 150 Fuß hoch und von mehr als hundert kleinen, drei bis vier Fuß hohen Erhöhungen umgeben, welche auf ihren Gipfeln Öffnungen haben, aus denen Blasen von salzigem Schlamm emporsteigen und mit Geraüsch zerplatzen. Von einigen dieser Explosionen weiß man, daß sie den Schlamm 160 Fuß in die Höhe geschleüdert haben. In der Nachbarschaft von Modena giebt es mehrere dieser kleinen Salsen, die dort insbesondere diesen Namen führen, wegen des Salzgehaltes ihres Wassers. Das Gas, welches vermittelst dieses Phänomens der Erdkruste entströmt, ist Hydrogen, mit Erdpech und Kohlensaüre. Ähnliche Schlammvulkane findet man in der Krimm, bei Baku, auf Djava, Trinidad und in Amerika.

Die Perioden der Thätigkeit der Vulkane sind transitorisch und von kurzer Dauer. Dem Brennen und Auswerfen folgen Jahre, und selbst Jahrhunderte der Ruhe. Humboldt glaubt, daß die Haüfigkeit der Eruptionen im umgekehrten Verhältniß der Größe des Vulkans stehe. Der kleinste Vulkan, Stromboli, wirft beständig vulkanische Materien aus; die Eruptionen des Vesuvs sind schon weniger haüfig, im achtzehnten Jahrhundert erfolgten ihrer, nach von Hoff's chronologischer Geschichte, vier und dreißig, dagegen im ersten Drittel des gegenwärtigen Jahrhunderts bereits vier und zwanzig. Der Etna hatte im vorigen Jahrhundert achtzehn und im ersten Drittel des jetzigen Jahrhunderts zehn Ausbrüche. Beim Pik von Teneriffa sind sie viel seltener, und die kolossalen Kegel von Cotopaxi und Tunguragua speien kaum ein Mal innerhalb hundert Jahre. Auf Perioden der Thätigkeit folgen zuweilen Perioden der Ruhe. Der Krater wird ausgefüllt und mit Wäldern bedeckt. Diese Schmelzöfen, aus denen einst Feüerströme hervorstürzten, werden

die Becken unterirdischer Seen, deren Wasser von Fischen bevölkert ist, und in den Hochregionen werden Abhänge und Gipfel der Berge in Schnee und Eis gekleidet. Gemeiniglich aber ist der Zustand der Ruhe nicht vollständig; der Krater bleibt offen, und es strömen in größerer oder geringerer Menge Dämpfe aus, die Alles, was sie berühren, zerstören. Zuweilen erzeügen sie verschiedene salinische und metallische Inkrustationen. Vulkanische Gegenden aber, in denen seit dem Anfang unserer Geschichte keine Eruptionen Statt gefunden haben, und wo die vulkanischen Kegel fast ganz verwischt sind, verrathen dennoch durch ihre Dämpfe und Aushauchungen das Feüer, welches sie einst verwüstete und noch nicht erloschen ist. So ist es der Fall mit den Flegräischen Feldern an der Küste von Pozzuoli bei Neapel, wo die seit undenklichen Zeiten brennende Solfatara, mit ihren Schwefeldämpfen und zuweilen hervorbrechenden Flammen, eine weit ältere Erscheinung ist, als die uns bekannt gewordenen Entzündungen des Vesuvs.

Es wird nicht am unrechten Orte sein, wenn wir hier einiger Eruptionen des Vesuvs speciell gedenken, um aus der Beschreibung von Augenzeügen das große Schauspiel genauer kennen zu lernen. Es war im Juni 1794, als der Vulkan einen großen Seitenausbruch hatte, der einen Lavastrom bei Torre del Greco ins Meer ergoß. Diesen Ausbruch schildert ein ungenannter, engländischer Beobachter folgender Maßen: —

Am 12. Juni des genannten Jahres empfand der im Bette liegende Berichterstatter einen heftigen Erdstoß, der sich nach einigen Minuten mit einer oscillirenden Bewegung in der Richtung von Osten nach Westen erneüerte. Gegen vier Uhr Morgens wiederholte sich die Erschütterung, aber in einem noch heftigeren Grade. Man sah ein dickes Gewölk, und gegen Nordosten (von Neapel aus) schien die Atmosphäre mit einem brennbaren, zum Ausbruch reifen Stoffe geschwängert zu sein. Den 13. Juni dauerten die Erschütterungen den ganzen Tag fort, stets mit der von Osten nach Westen gehenden schwankenden Bewegung. Da das Haus, in welchem unser Berichterstatter wohnte, gegen den Vesuv in derselben Richtung stand, so vernahm er deütlich ein hohles Getöse, wie einen entfernten Donner, zwischen sich und dem Berge, und folgerte daraus, daß die Erderschütterungen durch etwas veranlaßt werden müßten, das im Innern des Vulkans vorgehe. Montags den 15. Juni um zehn Uhr Abends spürte man eine neüe Erschütterung, die heftiger war als alle vorhergehenden. Der Berichterstatter hörte das Eisen an seiner Bettstelle klappern, die Jalousien an seinem Fenster sprangen auf, das Haus zitterte, und ein fürchterliches, unterirdisches Brüllen, wie aus

einer tiefen Höhle kommend, ertönte in seinen Ohren. Zugleich war ihm der Kopf von einem flüchtigen Schwefeldampf eingenommen, die Luft war entzündet und in der heftigsten Bewegung. Blitze folgten auf Blitze, und dieses Mal schien es, als wenn der Vesuv etwas anderes zeigen würde, als bloßen Rauch. Einige Minuten darauf erfolgte eine Explosion unter furchtbarem Krachen. In dem nämlichen Augenblicke stürzte sich eine Menge Volks auf die Straßen, mit dem Geschrei, daß der Vesuv ganz im Feüer stehe und das Meer zu steigen anfange. Viele flüchteten sich auf einen Berg in der Nähe des St. Elm-Schlosses, andere versammelten sich auf den öffentlichen Plätzen der Stadt, welche von dem Feüer, das den Himmel und den Berg bedeckte, hell erleüchtet waren. Unser Augenzeüge, der noch immer, in seinem britischen Phlegma, das Haus behauptet hatte, flüchtete sich endlich auf den Platz Largo Castello, dem größten der Stadt; allein die Verwirrung, die daselbst schon herrschte, das mit Pferden und Wagen vermischte Volksgedränge, und die unerträgliche Hitze der Luft, welche durch die Vereinigung so vieler Tausende von Menschen auf einem Punkte noch vermehrt wurde, bewogen den Verfasser, den Platz zu verlassen und sich nach dem Molo des Hafens zu begeben, den er ganz einsam fand, weil sich Jedermann davon entfernt hatte, aus Furcht, durch ein plötzliches Steigen des Meeres ersaüft oder weggespült zu werden.

Gegen 11 Uhr öffneten sich, fast in der Mitte des Abhanges, verschiedene breite Spalten. Aus ihren Schlünden ergossen sich Ströme der flüssigen Masse, die schon lange im Eingeweide des Vesuvs gekocht hatte. Das glänzende Licht dieser ungeheüern Feüermasse, das sich in der ruhigen Oberfläche des Meeres wiederspiegelte, war zu lebhaft, als daß das Auge es lange hätte aushalten können; der Beobachter mußte sich das Gesicht mit einem Schnupftuch bedecken. Diese ungeheüern Lavamassen vereinigten sich zu einem breiten Strome und flossen wagerecht über eine Meile weit an dem Berge hin. Die neüen Krater, so wie der des Gipfels, standen zu gleicher Zeit im Feüer und schleüderten schwere Körper zu einer ungeheüern Höhe in die Luft. Um Mitternacht wurden die Konvulsionen des Vulkans noch wüthender und waren von einem Donner, wie der des fürchterlichsten Ungewitters begleitet, welcher ununterbrochen zwei ganze Stunden anhielt. Jetzt fing unsern Beobachter an einige Furcht anzuwandeln, denn obgleich das Meer keine Sturmwellen schlug, so war es doch zu wiederholten Malen längs des Molo aufgeschwollen, und würde jeden nahen Gegenstand mit sich fortgerissen haben, wenn es nicht sogleich auf seinen gewöhnlichen Stand

zurückgefallen wäre. Der ganze übrige Himmel war dunkel, aber die unermeßliche Helle, von der die Atmosphäre über dem Berge glühte, erleüchtete auf das vollkommenste alle Gegenstände zwischen dem Beobachter und den brennenden Schlünden, welche dieser im Gesicht hatte, und deren Anblick über allen Ausdruck schreckbar war.

Den 16. Juni um ein Uhr Morgens hielten die Bewohner Neapels, von Entsetzen erfüllt, von Kirche zu Kirche feierliche Umgänge. Sie waren als Büßende gekleidet, trugen Kränze und flehten den Schutz des Himmels an. Sie fürchteten jetzt nicht länger, das Meer aus seinen Uferrn treten zu sehen, und jeder von den Umgängen zog über den Molo und an dem Orte vorbei, wo der Beobachter saß. Gegen drei Uhr Morgens nahm das Getöse, das aus dem Innern des Berges kam, auf eine fürchterliche Weise zu. Die heftig erschütterte Luft machte alles umher erbeben, und wie ein elektrisches Feuer schoß es aus dem obersten Krater in allen möglichen Richtungen. Diese Verdoppelung von Wuth wurde durch den Einsturz eines Theils vom Gipfel des Berges erzeügt, der in seine brennenden Höhlungen hinabtobte. Ungeheüere Felsenstücke wurden durch den schrecklichen Aufruhr des brennenden flüssigen Stoffes zurück und mit Gewalt aus dem Krater geschleüdert und rollten mit gräßlichem Getöse in die Ebene hinab, wo sie beträchtlichen Schaden in den Städten Somma und Ottajano anrichteten. Um die nämliche Zeit schwoll der Fluß brennender Lava, der am Berge hinströmte, dergestalt an, daß er aus seinen Ufern trat, eine feürige Kaskade von einer halben Meile in der Breite bildete und in seinem Laufe Kirchen, Klöster, Landhaüser und Alles, was auf seinem Wege lag, nieder- und mit sich fortriß. Seiner Zerstörung entging auch nicht die schöne und reiche Stadt Torre del Greco, die achtzehntausend Inwohner und eine Menge prächtiger Gebaüde enthielt. Von hier setzte der Strom seinen Lauf bis ans Gestade fort und fiel endlich mit einem gräßlichen Zischen ins Meer, wo er eine Halbinsel bildete, die zwölf Fuß über dem Wasserspiegel emporragte, über hundert Fuß breit und sechs hundert Fuß lang war. Gegen 4 Uhr ließ das Brüllen des Berges auf einige Zeit nach, und die Lava schien nicht mehr zu fließen. Während dieser Zwischenzeit schossen aus dem Vulkane eine Menge Blitze in mancherlei Schlängelungen und von einem wunderbaren Glanze. Allein sie waren nicht mehr sichtbar, sobald der Vulkan von neüem anfing, die flüssige Materie auszuwerfen, die in seinem Innern kochte. Um 5 Uhr vernahm man wieder den unterirdischen Donner, und der Anblick des Berges wurde plötzlich durch ungeheüere Saülen von Asche gehemmt, die aus

ihm emporstürzten. Wären diese Saülen statt ins Meer auf Neapel niedergefallen, so würde diese Stadt das Schicksal von Stabiä und Pompeji erfahren haben und das Grab seiner Bewohner geworden sein. Eine dieser Saülen, welche schöner und lichter war, als die übrigen, flog schnell über den Ort hin, wo der Verfasser saß. Dieser erinnerte sich bei Erblickung derselben an Plinius Schicksal, der bei dem Ausbruche des Vesuvs im Jahre 79 nach Chr. Geb. ums Leben kam, und diese Erinnerung machte ihn vorsichtig. Er raffte seine von der Eruption gemachten Zeichnungen zusammen und eilte in seine Wohnung. Erst um 7 Uhr Morgens langte er auf seinem Zimmer an, die Fenster hatten aufgestanden, und der Fußboden lag drei Zoll hoch voll Asche. Am 16. Juni hatte unser Berichterstatter es umsonst versucht, sich der Stadt Torre del Greco zu Lande zu nähern; am 17. nahm er ein Boot, schiffte über die Bucht und begab sich ans Ufer, das dieser unglücklichen Stadt am nächsten war. Er fand es mit den bedauernswürdigen Inwohnern bedeckt, die sich mit dem Wenigen, was sie von ihren Sachen hatten retten können, dahin geflüchtet hatten. Mit Schauder erblickte man die Masse der zerstörenden Lava, die sich mitten in Torre del Greco aufgeschichtet hatte. Am Ufer trieb eine Menge Fische, welche durch die glühende Lava bei ihrem Sturz ins Meer den Tod gefunden hatten und die schon einen sehr übeln Geruch zu verbreiten anfingen. Die Lava hatte auch schon über 3000 Morgen Weinberge zerstört. Nur wenige Menschen waren indeß bei diesem Ausbruche umgekommen, weil ein Jeder Zeit gehabt hatte, sich zu retten. Die Lava hörte an diesem Tage (den 17.) auf zu fließen, und die Spalten, aus denen sie hervorgedrungen war, schlossen sich am 19. Aber das Auswerfen aus dem obern Krater dauerte noch bis zum 23. Juni.

Aus A. von Humboldt's akademischer Denkschrift „über den Bau und die Wirkungsart der Vulkane in den verschiedenen Erdstrichen“ entlehnen wir die nachstehenden, den Vesuv und den großen Ausbruch vom Oktober 1822 betreffende Stellen:

„Je manchfaltiger der Bau der Vulkane, das heißt der Erhebungen ist, welche den Kanal umschließen, durch welchen die geschmolzenen Massen des innern Erdkörpers an die Oberfläche gelangen, desto wichtiger ist es, diesen Bau mittelst genauer Messungen zu ergründen.... Es ist Pflicht des reisenden Geognosten, bei Bestimmung der Unebenheiten der Erdoberfläche hauptsächlich auf die veränderliche Höhe der Vulkane Rücksicht zu nehmen. Was ich vormals in den mexikanischen Gebirgen, am Toluca, Nauhcampatepetl und Jorullo, in den Anden von Quito am Pichincha

versucht, habe ich Gelegenheit gehabt, seit meiner Rückkehr nach Europa, zu verschiedenen Epochen am Vesuv zu wiederholen. Saussure hatte diesen Berg im Jahr 1773 in einer Zeit gemessen, wo beide Ränder des Kraters, der nordwestliche und südöstliche, ihm gleich hoch schienen. Er fand ihre Höhe über der Meeresfläche 609'. Die Eruption von 1794 verursachte einen Absturz gegen Süden, eine Ungleichheit der Krater-Ränder, welche das ungeübteste Auge selbst in großer Entfernung unterscheidet. Wir maßen, Herr von Buch, Gay Lussac und ich, im Jahre 1805 den Vesuv drei Mal, und fanden den nördlichen Rand, der der Somma gegenüber steht, La Rocca del Palo, genau wie Saussure, den südlichen Rand aber 75' niedriger als 1773. Die ganze Höhe des Vulkans hatte gegen Torre del Greco hin (nach einer Seite, gegen welche seit dreißig Jahren*) das Feüer gleichsam vorzugsweise hinwirkt,) um 1/8 abgenommen. Der Aschenkegel verhält sich zur ganzen Höhe des Berges am Vesuv wie 1 zu 3, am Pichincha wie 1 zu 10, am Pik von Teneriffa wie 1 zu 22. Der Vesuv hat also verhältnißmäßig den höchsten Aschenkegel, wahrscheinlich schon darum, weil er, als ein niedriger Vulkan, am meisten durch seinen Gipfel gewirkt hat. Vor wenigen Monaten (im November und December 1822) ist es mir geglückt, nicht blos meine früheren Barometer-Messungen am Vesuv zu wiederholen, sondern auch bei dreimaliger Besteigung des Berges eine vollständigere Bestimmung aller Kraterränder zu unternehmen. Diese Arbeit verdient vielleicht darum einiges Interesse, weil sie die Epoche großer Eruptionen von 1805 bis 1822 umfaßt, und vielleicht die einzige in allen ihren Theilen vergleichbare Messung ist, welche man bisher von irgend einem Vulkan bekannt gemacht hat. Sie beweiset, daß die Ränder der Krater, nicht blos da, wo sie (wie am Pik von Teneriffa und an allen Vulkanen der Andeskette) sichtbar aus Trachyt bestehen, sondern überall ein weit beständigeres Phänomen sind, als man bisher nach flüchtig angestellten Beobachtungen geglaubt hat. Einfache Höhenwinkel aus denselben Punkten bestimmt, eignen sich zu diesen Untersuchungen noch mehr, als vollständige trigonometrische und barometrische Messungen. Nach meinen letzten Bestimmungen hat sich der nordwestliche Rand des Vesuvs seit Saussure, also seit 49 Jahren, vielleicht gar nicht, der südöstliche, gegen Bosche Tre Case hin, welcher 1794 um 400 Fuß niedriger ward, kaum um 10' verändert**).

*) Herr von Humboldt schrieb diese Abhandlung im Jahre 1823.

**) Die Resultate von Herrn von Humboldt's barometrischen Messungen am Vesuv (vom 22. und 25. November, wie vom 1. December 1822), verglichen mit

„Wenn man in öffentlichen Blättern, bei der Beschreibung großer Auswürfe, so oft der gänzlich veränderten Gestalt des Vesuvs erwähnt

---

den ältern und denjenigen, welche die ihm handschriftlich mitgetheilten Messungen von Lord Minto, Visconti, Monticelli, Brioschi und Poulet Scrope geben, stellen sich folgender Maßen:

1) Rocca del Palo, höchster nördlicher Kraterrand des Vesuvs:

Saussure, wahrscheinlich nach Delucs Formel, 1773	609'
Poli, 1794, barometrisch	606
Breislak, 1794, barometrisch, (aber, wie bei Poli, ungewiß, nach welcher Barometerformel)	613
Gay Lussac, L. v. Buch und Humboldt, 1805, nach der Laplaceschen Formel, wie in allen folgenden Resultaten	603
Brioschi, trigonometrisch, 1810	638
Visconti, trigonometrisch, 1826	622
Lord Minto, 1822, barometrisch, oft wiederholt	621
Poulet Scrope, 1822, etwas unsicher wegen des unbekannten Verhältnisses zwischen den Durchmessern der Röhre und des Gefäßes	604
Monticelli und Covelli, 1822	624
Humboldt, 1822	629
Wahrscheinlichstes Endresultat 317' über der Einsiedelei, oder über dem Meere.	625'

2) Der niedrigste, südöstliche Kraterrand, Bosco Tre Case gegenüber:

Nach dem Ausbruch von 1794 ward dieser Rand 400 Fuß niedriger, als die Rocca del Palo, also (wenn man letztern 625' schätzt)	559'
Gay Lussac, L. v. Buch und Humboldt, 1805	534
Humboldt, 1822	546

3) Höhe des am 22. Oktober 1822 eingestürzten Schlackenkegels im Krater:

Lord Minto, barometrisch	650
Brioschi, trigonometrisch nach verschiedenen Combinationen entweder	636
oder	641
Wahrscheinliches Endresultat für die Höhe des 1822 eingestürzten Schlackenkegels	646'

4) Punta Nasone, höchster Gipfel der Somma:

Shuckburgh, 1794, wahrscheinlich nach seiner eignen Formel	584
Humboldt, 1822, nach der Laplaceschen Formel	586
5) Ebene des Atrio del Cavallo: Humboldt, 1822	403
6) Fuß des Aschenkegels: Gay Lussac, L. v. Buch u. Humboldt 1805	370
Humboldt, 1822	388

7) Einsiedelei del Salvatore:

Gay Lussac, L. von Buch und Humboldt, 1805	300
Lord Minto, 1822	307,9
Humboldt, 1822	308,7

„Wenn man bedenkt," fügt Hr. von Humboldt hinzu, „daß die Resultate der obigen Tabelle mit Barometern von verschiedener Konstruktion zu ungleichen

Digitized by Google

findet, wenn man diese Behauptungen durch die pittoresken Ansichten bewährt glaubt, welche in Neapel von dem Berge entworfen werden, so liegt die Ursache des Irrthums darin, daß man die Umrisse der Kraterränder mit den Umrissen der Auswurfskegel verwechselt, welche zufällig in der Mitte des Kraters auf dem durch Dämpfe gehobenen Boden des Feüerschlundes sich bilden. Ein solcher Auswurfskegel, von Rapilli und Schlacken locker aufgethürmt, war in den Jahren 1816 und 1818 allmälig über dem südöstlichen Kraterrand sichtbar geworden. Die Eruption vom Monat Februar 1822 hatte ihn dergestalt vergrößert, daß er selbst 100 bis 110 Fuß höher als der nordwestliche Kraterrand (die Rocca del Palo) geworden war. Dieser merkwürdige Kegel nun, den man sich

Tagesstunden, bei Winden aus sehr verschiedenen Weltgegenden und an dem ungleich erwärmten Abhange eines Vulkans erhalten worden sind, an dem die Abnahme der Lufttemperatur sehr von der abweicht, welche unsere Barometerformeln voraussetzen, so wird man die Übereinstimmung derselben genügend finden. Meine Messungen von 1822 sind mit mehr Sorgfalt und unter günstigeren Umständen angestellt worden, als die von 1805. Unterschiede der Höhen sind natürlich den absoluten Höhen vorzuziehen. Diese Unterschiede erweisen auf das unwidersprechlichste, daß seit 1794 das Verhältniß der Ränder an der Rocca del Palo und gegen Bosco Tre Case hin fast dasselbe geblieben ist. Ich habe gefunden: 1805 genau 69'; 1822 fast 82'. Scrope fand 74', obgleich seine absoluten Höhen der beiden Kraterränder etwas zu gering scheinen. Eine so geringe Veränderlichkeit einer Zeitperiode von 28 Jahren, bei so gewaltsamen Erschütterungen im Innern des Kraters ist gewiß eine auffallende Erscheinung. Auch verdient die Höhe, welche am Vesuv die aus dem Boden des Kraters aufsteigenden Schlackenkegel erreichen, besondere Aufmerksamkeit. Shuckburgh fand 1776 einen solchen Kegel 615' hoch über dem Spiegel des Mittelmeeres; nach Lord Minto's Messungen war der Schlackenkegel, der am 22. Oktober 1822 einstürzte, gar 650' hoch. Beide Mal also übertrafen die Schlackenkegel im Krater das Maximum des Kraterrandes. Wenn man die Messungen der Rocca del Palo von 1773 bis 1822 mit einander vergleicht, so fällt man fast unwillkürlich auf die gewagte Vermuthung, es sei der nördliche Kraterrand durch unterirdische Kräfte allmälig emporgetrieben. Die Übereinstimmung der drei Messungen zwischen 1773 und 1805 ist fast eben so auffallend, als die zwischen 1816 und 1822. In der letzten Periode ist nicht an der Höhe von 621 bis 629' zu zweifeln. Sollten die Messungen, welche dreißig bis vierzig Jahre früher nur 606 bis 609' gaben, weniger gewiß sein? Nach längeren Perioden wird man einst entscheiden können, was den Fehlern der Messung, was dem Emporsteigen des Kraterrandes angehört. Anhaüfung lockerer Massen von oben findet hier nicht Statt. Wenn die festen trachytartigen Lavaschichten der Rocca del Palo wirklich steigen, so muß man annehmen, sie werden von unten gehoben.“ Im Jahre 1828 bildete sich ein neüer Schlackenkegel, der sich nach Capacci's Messungen 291 Pariser Fuß über den Boden des Kraters erhob und 138 Fuß unter der Spitze des Palo zurückblieb; er verschwand aber ganz bei der Eruption im August 1834.

in Neapel als den eigentlichen Gipfel des Vesuvs zu betrachten gewöhnt hatte, ist bei dem Auswurf in der Nacht vom 22. Oktober 1822 eingestürzt, so, daß der Boden des Kraters, der seit 1811 ununterbrochen zugänglich war, gegenwärtig 750 Fuß tiefer liegt als der nördliche, 200 Fuß tiefer als der südliche Rand des Vulkans. Die veränderliche Gestalt und relative Lage der Auswurfskegel, deren Öffnungen man ja nicht, wie so oft geschieht, mit dem Krater des Vulkans verwechseln muß, giebt dem Vesuv zu verschiedenen Epochen eine eigenthümliche Physiognomie, und der Historiograph des Vulkans könnte aus dem Umriß des Berggipfels, nach dem bloßen Anblicke der Hackertschen Landschaften im Palaste von Portici, je nachdem die nördliche oder südliche Seite des Berges höher angedeütet ist, das Jahr errathen, in welchem der Künstler die Skizze zu seinem Gemälde entworfen hat.

Einen Tag nach dem Einsturz des 400 Fuß hohen Schlackenkegels, als bereits die kleinen, aber zahlreichen Lavaströme abgeflossen waren, in der Nacht vom 23. zum 24. Oktober, begann der feürige Ausbruch der Asche und der Rapilli. Er dauerte ununterbrochen zwölf Tage fort, doch war er an den ersten vier Tagen am größten. Während dieser Zeit wurden die Detonationen im Innern des Vulkans so stark, daß die bloße Erschütterung der Luft (von Erdstößen hat man durchaus nichts verspürt) die Decken der Zimmer im Palaste von Portici sprengten. In den nahe gelegenen Dörfern Resina, Torre del Greco, Torre dell' Annunziata und Bosche Tre Case zeigte sich eine merkwürdige Erscheinung. Die Atmosphäre war dermaßen mit Asche erfüllt, daß die ganze Gegend, in der Mitte des Tages, mehrere Stunden lang in das tiefste Dunkel gehüllt blieb. Man ging mit Laternen in den Straßen, wie es so oft in Quito, bei den Ausbrüchen des Pichincha, geschieht. Nie war die Flucht der Bewohner allgemeiner gewesen. Man fürchtet Lavaströme weniger, als einen Aschenauswurf, ein Phänomen, das in solcher Stärke hier unbekannt ist und durch die dunkele Sage von der Zerstörungsweise von Herculanum, Pompeji und Stabiä die Einbildungskraft der Menschen mit Schreckbildern erfüllt.

„Der heiße Wasserdampf, welcher während der Eruption aus dem Krater emporstieg und sich in die Atmosphäre ergoß, bildete beim Erkalten ein dickes Gewölk um die neüntausend Fuß hohe Aschen- und Feüersaüle. Eine so plötzliche Kondensation der Dämpfe und, wie Gay Lussac gezeigt hat, die Bildung des Gewölkes selbst vermehrten die elektrische Spannung. Blitze fuhren schlängelnd nach allen Richtungen aus der Aschensaüle umher, und man unterschied deütlich den rollenden Donner von

dem innern Krachen des Vulkans. Bei keinem andern Ausbruche war das Spiel der elektrischen Schläge so auffallend gewesen.

„Am Morgen des 26. Oktobers verbreitete sich die sonderbare Nachricht: ein Strom siedenden Wassers ergieße sich aus dem Krater und stürze den Aschenkegel herab. Monticelli erkannte bald, daß eine optische Taüschung dies irrige Gerücht veranlaßt habe. Der vorgebliche Strom war eine große Menge trockener Asche, die aus einer Kluft in dem obersten Rande des Kraters wie Triebsand hervorschoß. Nachdem eine die Felder verödende Dürre dem Ausbruch des Vesuvs vorangegangen war, erregte gegen das Ende desselben das so eben beschriebene vulkanische Gewitter einen wolkenbruchartigen, aber langanhaltenden Regen. Solch' eine Erscheinung karakterisirt, unter allen Zonen, das Ende einer Eruption. Da während derselben gewöhnlich der Aschenkegel in Wolken gehüllt ist, und da in seiner Nähe die Regengüsse am stärksten sind, so sieht man Schlammströme von allen Seiten herabfließen.

„Die Aschenmenge, welche der Vesuv bei dieser Eruption ausgeworfen hat, ist, wie Alles, was mit den Vulkanen und andern großen schreckenerregenden Naturerscheinungen zusammenhangt, in öffentlichen Blättern übermäßig vergrößert worden. Nach meinen Untersuchungen hat die in zwölf Tagen gefallene Aschenschicht gegen Bosche Tre Case hin, am Abhang des Conus, da wo Rapilli beigemengt waren, nur drei Fuß, in der Ebene höchstens 15 bis 18 Zoll Dicke erreicht *). Messungen dieser Art müssen nicht an solchen Stellen geschehen, wo die Asche, wie Schnee oder Sand, vom Winde zusammengeweht, oder durch Wasser breiartig angeschwemmt ist. Die Zeiten sind vorüber, wo man, ganz nach Art der Alten, in den vulkanischen Erscheinungen nur das Wunderbare suchte, wo man, wie Ctesias, die Asche des Etna bis nach der Indischen Halbinsel fliegen ließ.

„Der Aschenauswurf des Vesuvs vom 24. zum 28. Oktober 1822 ist

*) Ein Augenzeuge, der über den Ausbruch in der Genfer Bibliothek berichtete, sprach von sechs Fuß Höhe, welche die Asche an manchen Stellen erreicht haben soll; in Neapel konnte man sich nur mit dem Regenschirm in der Hand auf die Straße wagen, um wenigstens vor der gröbsten Asche sicher zu sein, und die ganze Stadt bot ein Bild der größten Bestürzung dar. Einem österreichischen Grenadier-Regimente, das beim Exerciren im Freien von diesem Aschenregen überfallen wurde, waren die weißen Uniformen ganz braun gefärbt. Die Asche, fügte jener Berichterstatter hinzu, hat unberechenbaren Schaden verursacht, das ganze Land ist dadurch überzogen, und Pompeji so zu sagen von neüem begraben worden.

der denkwürdigste, von dem man, seit des ältern Plinius Tode, eine sichere Nachricht hat. Die Menge ist vielleicht drei Mal größer gewesen, als alle Asche, welche man hat fallen sehen, so lange vulkanische Erscheinungen mit Aufmerksamkeit beobachtet werden. Eine Schicht von 15 bis 18 Zoll scheint, auf den ersten Blick, unwichtig gegen die Masse, mit der wir Pompeji bedeckt finden; aber ohne auch der Regengüsse und Anschwemmungen zu gedenken, die freilich wol diese Masse seit Jahrhunderten vermehrt haben mögen, ohne den lebhaften Streit wieder aufzuregen, der, jenseits der Alpen, über die Zerstörungsursachen der Campanischen Städte mit vielem Skepticismus geführt worden ist, darf man wol hier in Erinnerung bringen, daß die Ausbrüche eines Vulkans, in weit von einander entfernten Zeitepochen, ihrer Intensität nach, keinesweges mit einander zu vergleichen sind. Alle auf Analogien gestützten Schlüsse sind unzureichend, wenn sie sich auf quantitative Verhältnisse, auf Mengen der Lava und Asche, auf Höhe der Rauchsaülen, auf Stärke der Detonationen beziehen.

„Aus der geographischen Beschreibung des Strabo und einem Urtheil des Vitruvius über den vulkanischen Ursprung des Bimssteins ersieht man, daß bis zu Vespasian's Todesjahre, das heißt bis zum Ausbruch, der Pompeji bedeckte, der Vesuv mehr einem ausgebrannten Vulkan, als einer Solfatara ähnlich sah. Wenn plötzlich nach langer Ruhe die unterirdischen Kräfte sich neüe Bahnen eröffneten, wenn sie Schichten von uranfänglichem Gestein und Trachyt wiederum durchbrachen, so mußten Wirkungen sich äußern, für welche die später erfolgten kein Maaß abgeben können. Aus dem bekannten Briefe, in welchem der jüngere Plinius den Tod seines Oheims dem Tacitus berichtet, ersieht man deütlich, daß die Erneüerung der Ausbrüche, man könnte sagen die Wiederbelebung des schlummernden Vulkans, mit Eruption der Asche anfing. Eben dies wurde bei Jorullo bemerkt, als der neüe Vulkan im September 1759, Syenit- und Trachytschichten durchbrechend, sich plötzlich in der Ebene erhob. Die Landleüte flohen, weil sie auf ihren Hüten Asche fanden, welche aus der überall geborstenen Erde emporgeschleüdert ward. Bei den gewöhnlichen periodischen Wirkungen der Vulkane endigt dagegen der Aschenregen jede partielle Eruption. Überdies enthält der Brief des jungen Plinius eine Stelle, welche deütlich anzeigt, daß gleich Anfangs, ohne Einfluß der Anschwemmungen, die aus der Luft gefallene trockene Asche eine Höhe von 4 bis 5 Fuß erreichte. „„Der Hof,““ heißt es im Verfolg der Erzählung, „„durch den man in das Zimmer trat, in welchem Plinius Mittagsruhe hielt, war so mit Asche und Bimsstein

angefüllt, daß, wenn der Schlafende länger gezögert hätte, er den Ausgang würde gesperrt gefunden haben."" In dem geschlossenen Raume eines Hofes kann die Wirkung Asche zusammenwehender Winde wol eben nicht beträchtlich gewesen sein."

Pompeji's Überreste, welche fünf geographische Meilen vom Gipfel des Vesuvs entfernt liegen, sind mit einer Schicht weißer Bimssteine, Bruchstücken von Lava und anderer vulkanischer Substanzen dreizehn bis vierzehn Fuß hoch bedeckt. Auf dieser ruht eine Lage vegetabilischer Erde, welche fünf Zoll stark ist; dann kommt wieder als Decke eine Schicht von vulkanischen Auswürflingen, auf diese folgt abermals eine Lage Dammerde, von einem Fuß Mächtigkeit, die ihrerseits von einer zehn Zoll hohen Auswürflingsschicht bedeckt ist; zuletzt kommt eine zehn Fuß mächtige Lage von Dammerde, vermengt mit allerlei vulkanischen Produkten. Aus dieser Beschaffenheit des Bodens muß man, mit Hrn. von Hoff, den Schluß ziehen, daß die unterste Lage durch einen sehr starken vulkanischen Ausbruch (wahrscheinlich den vom Jahre 79) hervorgebracht worden ist; daß diesem noch zwei andere, für diesen Punkt in ihren Folgen minder bedeütende und zwar in nicht sehr langen Zeitraümen gefolgt sein müssen, da die Lagen von Dammerde, welche sich in den Zeiten der Ruhe zwischen ihnen gebildet haben, von geringer Höhe sind; und daß endlich, nach dem Ausbruche, von welchem die oberste vulkanische Lage herrührt, ein Zeitraum von mehreren Jahrhunderten verflossen sein muß, in welchem der Punkt, wo Pompeji stand, von keinem bedeütenden Ausbruche erreicht worden ist. Denn man muß bedenken, fügt Hr. von Hoff hinzu, daß zur Bildung einer nur Einen Fuß dicken Lage von Dammerde, schon eine sehr beträchtliche Reihe von Jahren erforderlich ist.

Dem Reisenden, welcher heütiges Tages den Vesuv besteigt, wird von den geschwätzigen Ciceronen eine Stelle gezeigt, wo vor beinahe achtzehn hundert Jahren der Famoso Signore Plinio seine Pantoffeln stehen gelassen haben soll, bevor er sich in den brennenden Krater gestürzt. Diese Fabel ist in dem leeren Hirn jener Leüte entstanden, die mit ihrer Erzählung die Leichtglaübigkeit des Fremden auf eine zu starke Probe stellen. Plinius der jüngere hat in dem oben berührten, an Tacitus gerichteten Briefe den Tod seines Oheims auf eine Weise gemeldet, die jenes Mährchen nicht im mindesten rechtfertigt. In diesem Brief und eben so in einem zweiten, welchen Plinius ebenfalls an Tacitus, dessen Aufforderung gemäß, schrieb, schildert er als Augenzeüge das große

Naturereigniß, wodurch die fruchtbaren Gefilde des Kampanischen Küstenlandes verwüstet wurden.

Mein Oheim, so schreibt Plinius, befand sich zu Misenum (in gerader Linie drei deütsche Meilen von Pompeji entfernt), wo er persönlich den Befehl über die Flotte führte. Am neünten Tage vor den Calenden des Septembers (den 23. August) in der siebenten Stunde (ungefähr 1 Uhr Nachmittags) zeigt ihm meine Mutter an: es sei eine Wolke von ungewöhnlicher Größe und Art sichtbar. Mein Oheim hatte sich gesonnt, ein kaltes Wasserbad genommen, dann liegend gefrühstückt und studirte; er verlangte seine Sandalen und steigt sogleich auf die Anhöhe, von der man die wunderbare Erscheinung am besten sehen konnte. Eine Wolke erhob sich, — aus welchem Berge, konnten die Fernstehenden nicht genau wissen, erst später erfuhr man, daß es der Vesuv gewesen sei, — deren Ähnlichkeit und Gestalt kein anderer Baum besser als die Pinie wieder gegeben haben würde. Denn gleichsam zu einem mächtigen Stamme hoch aufgeschossen, breitete sie sich oben in mehrere Zweige aus, weil, wie ich glaube, sie zuerst von einem (unterirdischen) heftigen Windstoß gehoben, dann von dem schwächer werdenden wieder sinken gelassen wurde, oder auch, von ihrem eigenen Gewicht überwunden, sich in die Breite verlor; zuweilen weiß, zuweilen schmutzig und grau, je nachdem sie Erde oder Asche mit sich in die Höhe geführt. Ihn, als einen sehr gelehrten Mann, dünkte es gut, das Ereigniß in der Nähe kennen zu lernen. Er befiehlt, eine Liburnica (leichtes Fahrzeüg) in Bereitschaft zu setzen, und fordert mich auf, ihn zu begleiten, worauf ich antworte: ich zöge es vor, zu studiren, und zufällig hatte er mir selbst etwas zum Abschreiben gegeben. Er verließ das Haus und nahm Schreibtafeln mit sich. Die Bewohner von Retina, durch den Vorfall und die drohende Gefahr erschreckt, (denn dieser Ort lag an der Küste, und keine andere Flucht als zu Schiffe war möglich,) baten: er möge sie so großer Noth entreißen. Er ändert nun seinen Plan, und was er aus Wißbegierde unternommen, vollendet er mit dem größten Muthe. Er läßt die Quadriremen (mit vier Ruderreihen versehene große Schiffe) in die See stechen, besteigt ein solches Schiff, um nicht allein den Bewohnern von Retina, sondern auch vielen andern, denn die Küste war wegen ihrer schönen Lage sehr bewohnt, Beistand zu leisten. Er eilt dahin, von wo die anderen fliehen, und wendet den Lauf des Schiffes und die Steüer der Gefahr gerade entgegen, so furchtlos, daß er alle Bewegungen jenes Unheils, alle Erscheinungen, wie er sie erblickte, niederschreiben ließ und selbst aufzeichnete. Schon fiel Asche auf die Schiffe, je näher

heran, desto heißer und dichter; auch Bimsstein und schwarze, vom Feüer gebrannte und geborstene Steine. Schon war eine plötzliche Ebbe eingetreten, und der Einsturz des Berges hatte die Ufer verschüttet. Nach einigem Bedenken, ob er umkehren sollte, ruft er dem Steüermanne, der solches anräth, zu: „Dem Muthigen ist das Glück günstig! steüere zu dem Pomponianus.“ Von diesem war er durch den Meerbusen geschieden, denn das Meer dringt hier nach und nach in die, im Bogen gelegenen, Ufer hinein. Dieser hatte, obwol die Gefahr sich noch nicht näherte, allein, wenn sie Fortschritte machte, sehr nahe kommen mußte, das Gepäck auf die Schiffe gebracht, zur Flucht entschlossen, sobald der widrige Wind sich gelegt haben würde. Mein Oheim, durch denselben, für ihn sehr günstigen, Wind dahin geführt, umarmt den Zitternden, tröstet, ermahnt ihn, und um die Furcht desselben durch seine Gemüthsruhe zu beschwichtigen, läßt er sich in das Bad bringen. Nachdem er gebadet, legt er sich nieder, speist zu Abend sehr vergnügt, oder, was eben so großartig, doch dem Anscheine nach vergnügt. Unterdessen schlugen aus dem Vesuv an vielen Stellen große Flammen und hohe Feüer hervor, deren Glanz und Helle durch die Finsterniß der Nacht gesteigert wurden.

Nun erzählt Plinius, daß der Hofraum, der zu dem Zimmer führte, wo sein Oheim auf dem Ruhebette lag, mit vulkanischer Asche 2c. angefüllt worden sei. Um ihn vor dem Lebendigbegraben zu bewahren, — weckt man ihn auf, er kommt heraus und kehrt zu Pomponianus und den andern, welche die Nacht hindurch gewacht hatten, zurück. Sie pflegen gemeinschaftlich Rath, ob sie unter Dach bleiben, oder ins Freie gehen sollen; denn durch haüfige und starke Erdstöße wurden die Gebaüde ins Schwanken gebracht und schienen sich bald da, bald dorthin zu neigen. Im Freien fürchtete man das Herabfallen der, wenngleich leichten und porösen Bimssteine; jedoch bestimmte eine Vergleichung der Fährlichkeiten sie zu dem Letzteren. Bei meinem Oheim wurde die Überlegung durch die Überlegung, bei jenen die Furcht durch die Furcht besiegt. Sie banden sich Kissen mit Tüchern auf den Kopf, als Schutzmittel gegen den Brand. Schon ward es anderwärts Tag; hier war es noch Nacht, schwärzer und dichter, als jemals eine war, welche man jedoch durch Fackeln und andere Erleüchtung zu erhellen suchte. Man fand für gut, an den Strand zu gehen, um zu sehen, ob das Meer die Fahrt gestatte, welches jedoch noch aufgeregt und entgegen war. Hier, auf einen Teppich gestreckt, forderte mein Oheim mehrmals kaltes Wasser und trank. Hierauf vertreiben Flammen und der ihnen voran

gehende Schwefelqualm die Anderen, ihn nöthigten sie aufzustehen. Auf zwei Knaben gestützt, erhebt er sich, sinkt aber sogleich todt nieder, da ihm, wie ich vermuthe, in dem dichten Dunst der Athem beklommen ward, und sich ihm die Brust, die von Natur schwach, beengt und öfter stöhnend war, schloß. Als es wiederum Tag ward, — es war nach dem, den er zuletzt gesehen hatte, der dritte, — fand man ihn unversehrt und unbeschädigt, vollständig angekleidet, dem Aussehen nach mehr einem schlummernden, als einem Entschlafenen ähnlich.

Plinius, der Neffe, war, wie gesagt, in Misenum zurückgeblieben. Die Ereignisse, welche er hier bei der Eruption des Vesuvs erlebte, schildert er in dem zweiten Briefe an Tacitus. Nach der Abreise des Oheims, sagte er, verwendete ich die übrige Zeit aufs Studiren. Viele Tage nach einander war eine Erderschütterung vorausgegangen, von weitem furchtbar, weil nicht allein die Kastelle, sondern sämmtliche Städte Kampaniens nicht blos erschüttert, sondern von Grund aus umgestürzt zu werden schienen. Meine Mutter stürzte in mein Schlafzimmer; ich war mit ihr zugleich aufgestanden, um sie zu wecken, im Fall sie noch schlafen würde. Wir setzten uns in den Hofraum des Hauses, welcher durch geringen Zwischenraum das Meer von der Wohnung trennte. . . . Schon war die erste Stunde nach Sonnenaufgang vorüber, und doch schien der Tag noch zweifelhaft und gleichsam matt, die Furcht aber vor Einsturz war in dem engen, obschon offenen Raume, da Alles schon wankte, groß und unvermeidlich. Endlich fanden wir es für gut, die Stadt zu verlassen. Das erschrockene Volk folgte nach, und was bei der Furchtsamkeit für Klugheit galt, es zog fremden Rath dem eigenen vor und drängt und treibt die Hinausziehenden in ungeheüerm Haufen. Draußen errichteten wir Bedachungen; viel Verwundersames erleben wir und erleiden große Angst. Die Wagen, welche wir hatten hinausbringen lassen, rollten, obwol das Feld ganz eben war, nach entgegengesetzten Seiten, und selbst, wenn wir Steine unter die Räder legten, blieben sie nicht fest stehen. Außerdem sahen wir das Meer sich selbst verschlingen und gleichsam von den Stößen der Erde zurückgeschlagen werden. Zuverlässig hatte das Festland zugenommen und hielt eine Menge Seethiere auf dem trocknen Sande zurück. Auf der andern Seite gähnte eine schwarze und gräßliche Wolke, durch das zuckende Herumfahren des Feüerhauches gespalten, weit auf, mit entsetzlichen Flammenzungen Blitzen ähnlich, aber größer. . . . Bald darauf ließ sich jene Wolke auf die Erde nieder und verfinsterte das Meer. Sie hatte Caprea umgeben und verhüllte das Vorgebirge von Misenum.

Nun bat, ermahnte, befahl die Mutter, daß ich auf jede Weise fliehen sollte; der Jüngling könnte dies; sie, die an Jahren und an ihrem Körper schwer zu tragen habe, werde leichter sterben, wenn sie nicht die Ursache meines Todes sei. Ich entgegnete: nur mit ihr zugleich wollte ich mich gerettet wissen. Hierauf fasse ich sie bei der Hand, zwinge sie, weiterzugehen, sie gehorcht ungern und klagt sich an, daß sie mich aufhalte. Schon fällt Asche nieder, jedoch noch sparsam, ich blicke zurück: dichte Finsterniß droht uns im Rücken, welche uns gleich einem Bergstrome folgt. Wir wollen seitwärts ausbiegen, sage ich, so lange wir noch sehen können, damit wir nicht auf der offenen Straße umgestoßen und in der Dunkelheit von der fliehenden Menge zertreten werden. Kaum setzen wir uns nieder, so wird es Nacht, nicht etwa nur so, als ob kein Mondenschein wäre, oder Nebel fiel, sondern so, wie in verschlossenen Zimmern, wenn das Licht ausgelöscht ist. Man hört das Geheül der Weiber, das Gewimmer der kleinen Kinder, das Geschrei der Männer; die Einen riefen nach den Ältern, die Anderen nach den Kindern, die Dritten nach den Gatten und suchten sich an den Stimmen zu erkennen. Dieser bejammerte sein eigenes, jener das Unglück der Seinen, es gab welche, die aus Furcht vor dem Tode sich den Tod herbeiwünschten. Viele erhoben die Hände zu den Göttern, andere verkündigten, daß es keine Götter gebe und daß dies die letzte und zugleich ewige Nacht der Welt sein werde. Auch fehlte es nicht an solchen, die durch ersonnene und erlogene Schrecknisse die wahre Gefahr noch vermehrten. Einige erzählten fälschlich, zu Misenum sei das Eine in Trümmer gestürzt, das Andere brenne, und sie fanden Glauben. Auf kurze Zeit wurde es wieder hell, was uns nicht das Tageslicht, sondern der Vorbote eines nahenden Feüers zu sein schien. Das Feuer blieb in der Entfernung still stehen, dann ward es wiederum plötzlich Nacht, die Asche fiel in dichter Masse. Wenn wir aufstiegen und sie abschüttelten, wurden wir anderwärts wieder bedeckt und von der Last fast erdrückt. Ich könnte mich rühmen, nicht einen Seüfzer, nicht einen nur mäßig starken Ausruf in so großen Gefahren ausgestoßen zu haben, wenn ich es nicht für einen traurigen, aber dennoch großen Trost im Tode gehalten hätte, daß ich mit Allem und Alles mit mir zu Grunde gehen werde. Endlich ging die dünn gewordene Finsterniß gleichsam in Rauch und Nebel über; es wurde wirklich Tag, auch die Sonne brach durch, jedoch gelblich, wie bei einer Sonnenfinsterniß. Dem noch immer zitternden Auge erschien Alles verändert, mit hoher Asche wie mit Schnee bedeckt. Nach Misenum zurückgekehrt, sorgten wir für unsern Körper und brachten eine ungewisse

Nacht zwischen Furcht und Hoffnung zu, allein die Furcht herrschte vor. Denn die Erdstöße dauerten noch fort, und mehrere Wahnsinnige verspotteten in entsetzlichen Verkündigungen ihr eigenes und fremdes Unglück.

So ist, nach Friedrich Försters Übersetzung, der autentische Bericht von der furchtbaren Begebenheit, welche Bulwer zum Gegenstand einer klassischen Dichtung gewählt hat. Pompeji, sagt der geistreiche Brite, war ein Miniaturbild der Civilisation jenes Jahrhunderts. Innerhalb seines engen Bezirkes*) fand man von jeder Gabe, welche der Luxus der Macht darbringt, zum wenigsten irgend eine kleine Probe. In den kleinen, aber glänzenden Kaufläden, in den beschränkten Palästen, den Bädern, auf dem Forum im Theater, im Circus, überall, in der Verfeinerung, wie in dem Laster, in der Tugend, wie in der Verderbniß des Volkes sah man ein Abbild des gesammten Reiches. Pompeji war ein Spielwerk, ein Guckkasten, in welchen es den Göttern gefiel, eine Darstellung des größten Weltreiches im Kleinen sehen zu lassen, es dann in den Schooß der Erde zu bergen und nach einem Jahrtausend der Nachwelt dies Wunder neü zu offenbaren. Beinahe siebenzehn Jahrhunderte**) waren vergangen, als die Stadt Pompeji aus ihrer schweigenden Gruft wieder ausgegraben ward, und zwar lebendig, mit unverlöschten Farben, die Wände so frisch, als wären sie erst gestern gemalt worden. Die Mosaik-Fußböden glänzten hell, auf dem Forum standen noch die halbvollendeten Saülen, wie sie die Hand des Steinmetzen verließ, vor dem Altar fand man den Dreifuß, in ihren Gemächern den Geldkasten, in ihren Bädern die Striegel, in ihren Theatern die Einlaßkarten, in ihren Gesellschaftssälen die Lampen und sonstigen Geräthe, in ihren Speisezimmern die Überreste des letzten Gastmahls, in den Putzzimmern der Damen die Riechfläschchen und Schminkbüchsen und an vielen Orten die Gebeine und Skelette derjenigen, welche einst die Triebfedern jenes kleinlichen, aber dennoch verschwenderischen Lebens in Bewegung setzten.

*) Nach den genauen Ausmessungen, welche Goro im Jahre 1821 vorgenommen hat, beträgt der Flächeninhalt der alten Stadt 162,040 Geviertklafter; der Inhalt des ausgegrabenen Theils 31,192 Geviertklafter. Der Umfang der Stadt, den man durch Aufsuchen der Mauer genau ausgemittelt hat, beträgt 1578 laufende Klafter.

**) Obwol die Spuren von Pompeji nie ganz verschwunden gewesen zu sein scheinen, so begann die regelmäßige Ausgrabung doch erst im Jahre 1753.

Vier und vierzigstes Kapitel.

Über die Erdbeben. Allgemeinheit derselben. Ihre verschiedenen Erscheinungen: Erdstöße; Ausdehnung der Erschütterungen; Bergstürze in Folge derselben; Dauer der Erdstöße; Spalten im Erdboden; Heben und Sinken desselben. Bewegung des Meeres. Nähere Betrachtung einiger Erdbeben.

Die zweite der vulkanischen Erscheinungen tritt in der Gestalt von Erschütterungen und Beben der Erdkruste auf. Werner unterschied zwei Arten von Erdbeben. In manchen Fällen scheinen diese Bewegungen der festen Erdoberfläche an einen bestimmten Vulkan geknüpft zu sein und ihren Focus in derselben Gegend zu haben, wie dieser; sie werden nur auf wenige Meilen rings umher gefühlt, und ihre Schwingungen sind fast immer mit den Eruptionen des Feüerberges verbunden. Andere dagegen, die ihren Focus in viel größerer Tiefe zu haben scheinen, und deren Wirkungen weit bedeütender sind, pflanzen sich auf ungeheüre Strecken mit unglaublicher Schnelligkeit fort und werden gleichzeitig an Punkten empfunden, die Hunderte von Meilen von einander getrennt sind. Einige Erscheinungen der letztern Art nähern sich indessen der erstern und stehen immer mit Phänomenen der Feüerberge in Verbindung. So das große Erdbeben, welches im Jahre 1746 die Stadt Lima zerstörte; während desselben öffneten sich, wie schon im Vorigen erwähnt wurde, vier Vulkane, in Folge dessen die Schwingungen der Erde aufhörten.

Schließt man in die heftigeren Erschütterungen die geringeren Schwankungen ein, so kann man sagen, daß die Erdbeben allgemein sind und kein Land von irgend einem bedeütenden Umfange davon ganz frei ist. Weder Sandwüsten und fruchtbare Gegenden, noch Ur- und Übergangsgebirge und tertiäre Berge, noch große Ebenen und selbst

sumpfige, nur wenig über den Meeresspiegel erhobene Flächen sind vor diesem zerstörenden Phänomen geschützt, das eben sowol in kalten, als in temperirten und heißen Klimaten mit gleicher Kraft herrscht. Am haüfigsten tritt es jedoch in der Nähe der Küsten auf. So sind Syrien, die Küsten und Inseln von Asien, Amerika, die eüropäischen Küsten des Mittelländischen Meeres und Island den Erdbeben am meisten ausgesetzt, während die Ebenen von Afrika, Asien und des Nordens von Eüropa ihnen weniger unterworfen sind. Betrachtet man die Erscheinung nach ihrem Vorkommen auf der ganzen Erde, so findet sich, daß sie, mit Einschluß der sanfteren Schwingungen des Bodens, ungemein haüfig ist; ja, man kann behaupten, daß nicht eine Woche vergeht, ohne daß die Erdkruste irgendwo mehr oder minder heftig erschüttert werde. Die Wiederholung der Erdbeben in denjenigen Landstrichen, welche ihnen am meisten ausgesetzt, und an den Orten, wo sie weniger haüfig sind, richtet sich nach keiner bestimmten Periode, und das Phänomen steht mit keiner besondern Jahreszeit oder dem Zustande der Atmosphäre in Verbindung, es ereignet sich sowol bei Tage als bei Nacht.

Die Erscheinungen bei Erdbeben sind an sich selbst sehr einfach. Sie bestehen in einem Zittern und in Schwankungen der Erdoberfläche, welche gemeiniglich Erdstöße genannt werden, die sich über größere oder kleinere Landstriche, oft in einer bestimmten Richtung, erstrecken. Die Stöße erfolgen zuerst, meistentheils, als senkrechte Hebungen, dann als wagerechte Wellenbewegungen oder Oscillationen, und zuletzt, in gewissen Fällen, als heftige Erschütterung, bei der die Bewegung mehr oder minder rotirend ist. Fügen wir diesen Erscheinungen das Spalten, Abgleiten, Heben und Einsinken des Bodens hinzu, so wie die mächtigen Bewegungen des Meeres, der Seen, Flüsse und Quellen, die bei den zuletzt genannten in einem Ausbleiben oder einem plötzlichen Hervorbrechen bestehen, bei den Seen, Flüssen und dem Ocean in dem Fallen oder Anschwellen des Wasserspiegels, was von dem Sinken und Heben des Grundes herrührt, so haben wir eine vollständige Liste der Hauptphänomene der Erdbeben.

Die schwächern Stöße bei einem Erdbeben, die in senkrechten Hebungen und wagerechten Wellenschlägen bestehen, verursachen gemeiniglich Risse in den Haüsern und rücken die leichtern Gegenstände in denselben, Mobilien z. B., von der Stelle. Derjenige, welcher das Phänomen zum ersten Mal erlebt, oder es nicht an dem unterirdischen, donnerähnlichen Getöse verspürt, das in seiner Begleitung ist, wird liegend oder sitzend, geschaukelt und glaubt, von einem plötzlichen Schwindel befallen zu sein.

Die Stöße nehmen stufenweise an Heftigkeit zu, und dann werden sie, selbst von dem Unerfahrenen, ihrer Natur nach leicht erkannt. Die festesten Gebaüde stürzen ein und begraben die Inwohner unter ihre Trümmer; während Gebaüde von leichterer Bauart nur Risse bekommen, und sehr schwache Rohrhütten am wenigsten von allen der Zerstörung unterworfen sind. In manchen Fällen übersteigt das Einstürzen oder vielmehr Zermalmen alle Beschreibung. Aus diesen sehr einfachen Gründen ist es höchst gefährlich in den Haüsern oder in den Straßen eines Orts zu bleiben; aber sogar Felder und Berge gewähren keine vollständige Sicherheit, denn Felder reißen oft an vielen Stellen zu weit aufklaffenden Spalten, während Berge nicht allein Risse bekommen, sondern auch in die Thäler stürzen, Flüsse aufdammen, Seen hervorbringen und Überschwemmungen verursachen. Obwol die Verwüstungen, die durch alle diese Krämpfe hervorgebracht werden, jede Beschreibung übertreffen, so gilt dies doch im Besondern von den rotirenden oder drehenden Bewegungen, einer Art der Erderschütterungen, deren Vorkommen von einigen Geologen gelaügnet worden ist. Unverkennbar war sie aber bei dem Erdbeben von Catania, dessen Richtung im Allgemeinen von S.O. nach N.W. ging; viele Statuen wurden rundum, und ein großer Felsblock 25° von Süden nach Osten gedreht. Die rotirende Bewegung zeigte sich sehr auffallend beim Erdbeben von Valparaiso, am 19. November 1822; es wurden bei dieser Gelegenheit viele Haüser um ihr Centrum gedreht, und drei Palmbaüme fanden sich einer um den andern geschlungen, wie es bei Weiden der Fall zu sein pflegt. Ähnliches kam auch bei dem Erdbeben vor, welches am 20. Februar 1835 einen großen Theil von Chili mit seinen Verwüstungen heimsuchte. In Conception bemerkte man einen Eckstein, der halb herumgedreht worden war, ohne umgeworfen zu sein oder seine Stelle verlassen zu haben. Diese kreisförmigen Bewegungen von Felsenmassen gewähren vorzüglich dann ein großes Interesse, wenn man sie in Verbindung mit den Änderungen in der Schichtenstellung nicht-vulkanischer Gesteine betrachtet. Nur die schwächern Erdbeben gehen mit einem einzigen Stoß vorüber; bei den meisten folgen die Stöße mit kurzen Zwischenraümen rasch auf einander, und mehrentheils richtet sich ihre Zahl nach der Heftigkeit der Erschütterung. Der erste Stoß ist bisweilen der stärkste, aber auch der zweite ist oft, wenn nicht öfter, eben so stark. Die Erschütterungen dauern überdem oft Tage und Wochen, ja zuweilen Monate lang, wie es z. B. in Syrien mit längeren oder kürzern Unterbrechungen der Fall ist; doch zeigt sich fast immer die erste Katastrophe als die heftigste und verheerendste.

Was die Ausdehnung der Erdbeben anbelangt, so wissen wir schon aus Ammianus Marcellinus, daß sich zu den Zeiten des Kaisers Valentinian I. Erschütterungen über alle Theile des den Alten bekannten Festlandes ausdehnte; die Erdbeben, welche Syrien verwüsteten, haben sich schon mehrfach bis an die Küsten Italiens, und ostwärts bis nach dem Persischen Meerbusen bemerkbar gemacht, und sehr haüfig haben sich die Erschütterungen an den Küsten von Chili und Peru über einen Raum von sechshundert Längenmeilen fortgepflanzt. In dieser Beziehung am merkwürdigsten und heftigsten unter allen Erdbeben, welche Eüropa heimgesucht haben, war das Erdbeben von Lissabon im Jahre 1755. In Folge der Erschütterung des Grundes oder des momentanen Hebens des Meerbodens wurden diesseits des Atlantischen Oceans die Küsten von Spanien, England und Schweden, jenseits die westindischen Inseln Antigua, Barbadoes und Martinique überschwemmt. Bei Barbadoes, wo die Fluthhöhe nur 28 Zoll beträgt, schwoll die See, in der Bai von Carlisle, zwanzig Fuß an, und ihr Wasser war schwarz wie Tinte, wahrscheinlich von den bituminösen Substanzen, die vom Bette des Oceans emporgeschleüdert sein mochten. Am 1. November, als die Erschütterung am heftigsten war, lief bei Guadeloupe das Meer zwei Mal ab und stieg, als es zurückkehrte, in dem Kanal der Insel zehn bis zwölf Fuß hoch. Ähnliche Erscheinungen wurden bei Martinique wahrgenommen. Eine Woge von sechszig Fuß Höhe überschwemmte einen Theil der Stadt Cadiz, und die Schweizer Seen, u. a. der Genfer, der Neuchateller See, waren in ungewöhnlicher Bewegung, und schon im Oktober 1755 war dies der Fall im Ontario-See in Nordamerika. Während des Erdbebens von Lima im Jahre 1586 stieg das Meer im Hafen von Callao vier und achtzig Fuß hoch. Beim Erdbeben von Calabrien im Jahre 1783 wurden nicht allein die Küsten unter Wasser gesetzt, in Folge dessen viele Menschen ihren Tod in den Wellen fanden, sondern das Meer war auch in so gewaltiger Aufregung, daß die Kanonen der, auf offener See unter Segel befindlichen, Schiffe mehrere Zoll in die Höhe gehoben wurden.

Außer den gewöhnlichen, im Obigen erwähnten, Erdbeben-Wirkungen ereignen sich auch andere, die nicht unmittelbar auf die Stöße folgen, und darum auch weniger haüfig sind. Dahin gehören die Bergfälle, wie sie u. a. bei Dobratch im Jahre 1345 vorkamen, und auf Jamaika im Jahre 1692. Auf dieser Insel stürzten zwei Berge ein und dammten ein Flußbette zu; viele Pflanzungen wurden überschüttet, die Stadt Port Royal sank acht und vierzig Fuß tief, und eine Ebene von mehr als tausend Akker stürzte mit allen darauf befindlichen Gebaüden in den Abgrund.

Was die Dauer der Erdstöße betrifft, so folgen einzelne oft rasch auf einander, öfter aber auch mit größern oder kleinern Zwischenraümen; bisweilen beschränkt sich die Erschütterung auf einen einzigen Stoß, haüfig ist die Zahl der Stöße sehr groß; und in vulkanischen Gegenden folgt auf ein monate- oder jahrelanges Beben eine längere oder kürzere Ruhe, deren Dauer auf zehn, sogar hundert Jahre sich ausdehnen kann. In dieser Beziehung ist es merkwürdig, daß seit dem Erdbeben von 1204, welches Antiochien, Damaskus und Tripoli erschütterte, Syrien bis zur letzten Hälfte des siebenzehnten Jahrhunderts verschont blieb, obgleich keine Gegend der Erde mehr von diesem verheerenden Phänomen zu leiden hat, als gerade dieses Land. Schwer ist es, die Dauer eines einzelnen Stoßes genau zu bestimmen; im Allgemeinen genommen ist sie ohne Zweifel sehr kurz und beträgt bei leichten Stößen, dem Zeügnisse ruhiger und demnach aufmerksamer Beobachter zufolge, nur ein Paar Sekunden; bei heftigen Erschütterungen mag die längste Dauer auf höchstens eine halbe Minute steigen, wenn gleich von manchen starken Erdbeben, z. B. von dem von Lima, Caraccas, Calabrien, Catania, Zante, Antiochien &c. gesagt worden ist, der Hauptstoß habe fünfzig bis fünf und sechszig Sekunden gedauert. Erwägt man, wie beim plötzlich eintretenden Erdbeben die Aufmerksamkeit durch den Schreck gelähmt ist, so leüchtet es ein, daß es wol in keinem Fall möglich ist, den Anfang nach einer Uhr genau zu bestimmen; es handelt sich hierbei nur um Muthmaßung, welche die Dauer eines jeden Phänomens, besonders eines so schrecklichen, das selbst den kaltblütigsten Beobachter in Aufregung bringt, zu verlängern strebt.

Die Größe der durch Erdbeben verursachten Spalten im Erdboden wechselt von einigen Fuß bis zu vielen Klaftern. Ihre Richtung ist entweder geradlinig oder wellenförmig, oder sie laufen von einem gemeinsamen Mittelpunkte nach allen Weltgegenden. Bei dem schrecklichen Erdbeben, welches im Jahre 1783 Calabrien verwüstete, hatten sich außerordentlich große Spalten gebildet. In dem Gebiet von Sanfili sah man eine, die eine halbe Meile lang, zwei und einen halben Fuß breit und fünf und zwanzig Fuß tief war; im Distrikt Plaisano hatte sich eine Spalte geöffnet, die fast eine Meile lang, hundert und fünfzig Fuß breit und dreißig Fuß tief war; und in demselben Bezirk hatten sich zwei Schlünde gebildet, davon der eine, bei Cerzulli, drei Viertel einer Meile lang, hundert fünfzig Fuß breit und ungefähr hundert Fuß tief war, während der andere zweihundert fünf und zwanzig Fuß Tiefe, eine Viertelmeile Länge und ungefähr dreißig Fuß Breite hatte. Ulloa berichtet

uns, daß in Peru bei dem Erdbeben von 1746 ein Riß entstand, welcher dritthalb Meilen lang und vier bis fünf Fuß breit war. Diese Spalten schließen sich bisweilen wieder; so hob sich u. a. auf der Insel Jamaika bei dem Erdbeben von 1692 der Boden wie ein siedendes Meer, und bekam eine Unzahl von Spalten, von denen sich etwa zwei bis dreihundert zu gleicher Zeit öffneten und schnell wieder schlossen.

Wenden wir unsere Aufmerksamkeit dem Heben und Sinken des Bodens, als einem der Erdbeben-Phänomene zu, so leüchtet es von selbst ein, daß wenn das Erdreich zerbrochen und von großen Spalten zerrissen wird, der so getroffene Boden an einer Stelle einsinken, an einer andern sich heben muß, und das nicht ein Mal, sondern mehrere Male an derselben Stelle. Im Jahre 1772, als einer der höchsten Vulkane von Djava einen Ausbruch hatte, begann der Boden zu sinken, und ein großer Theil des Vulkans, nebst einem Theil des benachbarten Landes, dessen Umfang man auf fünfzehn Meilen in der Länge und sechs Meilen in der Breite schätzte, wurde verschlungen; es war in der Nacht vom 11. zum 12. August. Noch sechs Wochen nachher war es unmöglich, sich dem Berge (Popandayang) zu nähern, wegen der großen Masse von heißen Substanzen, welche den Boden drei Fuß hoch bedeckten. Bei diesem außerordentlichen Ereigniß wurden vierzig Dörfer zerstört, und 2957 Menschen verloren ihr Leben. Beim Erdbeben von Lissabon im Jahre 1755 versank eine neü aufgeführte Kaimauer; Tausende von Menschen hatten sich hierher geflüchtet, um Schutz zu suchen vor den schwankenden und stürzenden Gebaüden; alle sanken hier in das plötzlich sich öffnende Grab, und nicht ein einziger Leichnam ist je wieder an die Oberfläche gekommen. Bei den mehrerwähnten Erdbeben auf Jamaika, im Jahre 1692, stürzte ein Strich Landes von etwa tausend Morgen in weniger als einer Minute ein, und das Meer trat augenblicklich an die Stelle des Landes. An der Nordseite der Insel wurden andere Striche sammt ihrer Bevölkerung verschlungen; ein See von andern tausend Morgen Fläche bedeckte die Stelle. Zahlreiche Beispiele ließen sich von dem Heben des Bodens anführen; wir beschränken uns auf einige. Am 19. November 1822 wurde die Küste von Chili von einem schrecklichen Erdbeben heimgesucht, dessen Stöße auf einem Raume von tausend zweihundert Meilen, von Norden nach Süden, gleichzeitig wirkten. Als man am folgenden Morgen das Land um Valparaiso untersuchte, fand es sich, daß die ganze Küstenlinie in einer Strecke von mehr als hundert Meilen über ihr früheres Niveau gestiegen war. Später hat man den Flächeninhalt des Landes, auf welchem dieses Heben des Bodens Statt gefunden hat, zu nicht

weniger denn hundert tausend geographischen Quadratmeilen geschätzt und gefunden, daß an der Küste selbst die Hebung zwei bis vier Fuß, und eine Meile landeinwärts fünf bis sieben Fuß betragen hat. Ganz ähnliche Folgen hatte das große Erdbeben, welches Chili am 20. Februar 1835 erschütterte; so wurde u. a. die Insel Santa Maria neün Fuß emporgehoben, wie wir vor Kurzem ausführlich dargelegt haben *). Am 18. März des Jahres 1790 hörte man in Sta. Maria di Niscemi, einige Meilen von Terranuova, in der Nähe der südlichen Küste von Sicilien, ein starkes unterirdisches Getöse gerade unter dem Dorfe, worauf einen Tag später Erdstöße folgten. Nun fing auf einem Umfang von drei geographischen Meilen, während sieben Stöße die Erde erschütterten, der Boden allmälig an zu sinken, an einer Stelle bis zu einer Tiefe von dreißig Fuß; da aber dieses Einsinken nicht überall gleichmäßig erfolgte, so bildeten sich Spalten, von denen einige so breit waren, daß man nicht hinüber springen konnte. Dieses allmälige Sinken dauerte bis zum Ende des Monats. Etwa gegen die Mitte dieser Periode entstand in dem sinkenden Boden ein Loch von drei Fuß Durchmesser, aus dem drei Stunden lang ein Schlammstrom hervorquoll, der einen Raum von sechszig Fuß Länge und dreißig Fuß Breite bedeckte; der Schlamm war salzig und bestand aus Kreidemergel und einem klebrigen Thon mit Bruchstücken krystallinischen Kalksteins; er roch nach Schwefel und Erdöl. Große Veränderungen in der Beschaffenheit der Erdoberfläche bewirkte das Erdbeben, welches am 16. Juni 1819 in Kutsch, in Vorderindien, wüthete. Außer mehreren andern Veränderungen erlitt der östliche und fast ganz verlassene Arm des Indus die wesentlichste Störung. Vor dem Erdbeben war diese Mündungsbucht so seicht, daß man bei Lukput durchwaten konnte; hier betrug nämlich die Tiefe bei Ebbezeit nur einen Fuß, und bei der Fluth nie mehr als sechs Fuß; nach dem Erdbeben aber hatte der Wasserstand bei dem Fort Lukput bis auf mehr als achtzehn Fuß während der Ebbe zugenommen, ein Beweis, daß eine bedeütende Depression Statt gefunden hat. Das Bette des Runn=Flusses war so sehr gesunken, daß, statt trocken zu sein, wie es in dieser Jahreszeit der Fall sein müßte, das Durchwaten nicht länger möglich war, außer an einer einzigen Stelle, ja Kapt. Macmurdoch bemerkte, — und seine Wahrnehmung ist von großer geologischer Wichtigkeit, weil sie mit der Bildung von Thälern, Strombezirken u. s. w. zusammenhangt, — „sollte der Wasserstand das ganze Jahr hindurch anhalten, so erleben wir vielleicht

*) Im Geographischen Almanach für das Jahr 1837, S. 172 ff.

eine Binnenschifffahrt längs des nördlichen Gestades von Kutsch, die, nach den aufgefundenen Steinankern und den Volkssagen zu urtheilen, in einer früheren Periode wirklich Statt gefunden zu haben scheint.“ Sindri, ein kleines Fort und Dorf, das zu Kutsch gehört und da liegt, wo das Runn mit dem Indus sich vereinigt, sank bei diesem Erdbeben in die Fluthen; kaum daß die Bewohner Zeit gewannen, sich zu retten *).

*) Dieses Naturereigniß ist so großartig gewesen, daß es nicht unpassend sein wird, in dieser Note eine ausführliche Darstellung davon zu geben, indem wir zugleich auf den frühern Zustand der betreffenden Landschaft zurückgehen müssen. In neüester Zeit haben wir über dieselbe werthvolle Nachrichten erhalten, von Burnes, Pottinger und Mc. Murdo; sie bilden die schätzbarsten Quellen für die genauere Kenntniß des untern Laufs des Indus und seines Delta; für jetzt müssen wir uns indeß auf den zuerst genannten Schriftsteller beschränken.

Am nordwestlichen Ende der britischen Besitzungen in Indien liegt unterm Wendekreise das kleine, unfruchtbare Gebiet von Kutsch, wichtig für die Briten wegen seiner weit vorgeschobenen Lage, noch anziehender aber für den Geschichtsforscher, weil seine westlichen Gestade von den Fluthen des klassischen Indus bespült werden. Kutsch hat eine gar eigenthümliche Lage. Im Westen hat es den unbeständigen und stets wechselnden Indus, gegen Norden und Osten den Strich, welcher Runn genannt wird und abwechselnd eine trockene Sandwüste und ein schlammiger Binnensee ist; gegen Süden stößt es an den Golf von Kutsch und den Indischen Ocean, deren Wasser sich mit jedem Jahre von seinen Gestaden immer mehr zurückziehen. Die physische Geographie dieser Provinz gewährt das größte Interesse, denn außer der Veränderung in ihren schwankenden Gränzen ist sie Erderschütterungen unterworfen, deren eine in neüerer Zeit eine ganz unerwartete Stellung im östlichen Arm des Indus hervorgebracht hat. Kutsch schmachtet jetzt unter den Nachtheilen, die ihm der rachsüchtige Groll einer eifersüchtigen und grausamen Nachbar-Regierung bereitet hat. Vor der Schlacht von Djarra im J. 1762 ergoß sich der östliche Arm des Indus, der gewöhnlich Phurraue genannt wird, in die See, indem er an der Westseite von Kutsch vorüberfloß; und das Uferland nahm an den Vortheilen Theil, die dieser Strom während seines Laufes verbreitet. Die jährlichen Überschwemmungen bewässerten den Boden und gewährten sehr reichliche Reis-Ärnten, denn das Land längs der Stromufer war damals unter dem Namen Sayra, d. h. „Reisland“, bekannt. Diese Segnungen, welche ein sonst unfruchtbares Land der Natur verdankte, gingen mit der Schlacht von Djarra verloren, denn das Sindi-Oberhaupt, welches Kutsch zu erobern gedachte und in diesem Versuche nicht glücklich war, kehrte voll Rache in sein Land zurück und beschloß, das Land, welches er nicht zu unterjochen vermochte, auf andere Weise anzugreifen. Beim Dorfe Mora ließ er einen Erddamm, oder „Band“, wie man es nennt, quer durch den Indus-Arm werfen, welcher Kutsch befruchtete; durch dieses Ableiten des Stroms wurde auf Kutsch-Seite ein fruchtbares Reisland in eine Sandwüste verwandelt, und das Wasser auf Sindi-Seite in andere Stromarme geführt und manche Gegend überschwemmt. Den Beweggrund der Rache, welchen Burnes nach den Erzählungen der Bewohner

Im Jahre 1790 sank bei Caraccas während eines Erdbebens ein Stück granitischen Bodens in die Tiefe und ließ einen See zurück, der acht hundert Ellen im Durchmesser hat und achtzig bis hundert Fuß tief ist; es war ein Theil des Waldes von Aripao, der auf diese Weise von der Erdoberfläche verschwand; mehrere Monate nach dem Ereigniß sah man die Baüme unter dem Wasser noch grün.

---

von Kutsch anführt, will Pottinger nicht gelten lassen. Die Sindianer, sagt er, weisen diese Meinung entschieden von der Hand und behaupten, daß jener Band, mit mehreren anderen ähnlichen Dämmen im Indus-Delta in der Absicht angelegt worden sei, das Wasser des Stromes so hoch zu heben, daß die Kanäle, deren Bett viel höher liegt als das Strombett, angefüllt würden, was vor diesen hydrotechnischen Bauten nicht möglich gewesen sei; nächstdem hätten sie auch den Zweck, einen gewissen Vorrath an Wasser zwischen den Eindeichungen aufzubewahren, wann nach den jährlichen Fluthen der Hauptstrom auf seinen gewöhnlichen Wasserstand zurücksinkt. Welche von diesen Versionen die richtige sei, läßt sich nicht entscheiden; so viel ist aber gewiß, daß es den Sindianern, trotz ihrer großen Arbeiten in der Wasserbaukunst, gegen die unsere europäischen Strombauten als Kinderspiel erscheinen müssen, nicht vollständig gelang, durch den Bau bei Mora den Indus von Kutsch ganz abzusperren, obwol die Wassermenge so sehr abnahm, daß aller von der Bewässerung abhangende Ackerbau aufhören mußte. Im Verlauf der Zeit ging das Wenige, was von dem früheren Wohlstande übrig geblieben war, ganz verloren, und die Talpurs, welche den Kaloros in der Regierung von Sinde folgten, errichteten neüe Deiche, unter denen der von Ali Bander, welcher um das Jahr 1802 angelegt wurde, die Wasser des Indus, selbst zur Zeit der Überschwemmung von dem Strombette ausschloß, in welchem sie vormals bei Kutsch vorbei in's Meer geflossen waren. Seitdem wuchs in dem einst fruchtbaren Bezirk Sayra kein Blättchen mehr und wurde ein Theil des Runn von Kutsch, mit dem es sonst gränzte. Bei Lukput wurde der Fluß so seicht, daß man hindurchwaten konnte, und oberhalb Sindri füllte er sich mit Schlamm und trocknete aus; weiter unterhalb verwandelte er sich in einen Seearm, in welchem Ebbe und Fluth regelmäßig abwechselten. So standen die Sachen in der physischen Gestaltung des östlichen Indusarms, als im Juni 1819 das oben im Text erwähnte Erdbeben erfolgte, bei welchem viele hundert Bewohner von Kutsch um's Leben kamen und jedes feste Gebaüde im ganzen Lande zertrümmert wurde. Quellen und Bäche ohne Zahl bekamen an Stelle ihres süßen Wassers Salzwasser, aber dies waren unbedeütende Veränderungen gegen diejenigen, welche im östlichen Indus-Arm und den angränzenden Gegenden Statt fanden. Der Erdstoß erfolgte gegen Sonnenuntergang in Sindri, das einst am Ufer des östlichen Indus-Arms gelegen hatte, und jetzt an der großen Straße von Kutsch nach Sindi lag, wo die Regierung des zuerst genannten Landes ein Zollamt hatte. Das kleine gemauerte Fort, von hundert fünfzig Fuß im Quadrat, welches zum Schutz der Handelswaaren errichtet worden war, wurde von einem, aus dem Ocean herbeistürzenden Strome unter Wasser gesetzt, und in wenig Stunden war der zuvor harte und trockene Boden in einen Landsee

Wir haben schon im Allgemeinen der Bewegungen gedacht, welchen das Meer bei Erdbeben unterworfen ist; es liegt uns jetzt ob, noch etwas Näheres darüber zu sagen. Während des Lissaboner Erdbebens im Jahre 1755 stieg das Meer längs der Küsten von Spanien, und bei Cadix rollte es in Gestalt ungeheürer Wogen von sechszig Fuß Höhe auf's Land. In Lissabon verloren sechszig tausend Menschen durch den Wellenschlag

verwandelt, der sich sechszehn Meilen rings um Sindri nach allen Seiten hin erstreckte. Die Haüser innerhalb der Ringmauer füllten sich mit Wasser, und acht Jahre nach dem schrecklichen Ereigniß fand Burnes Fische in den Pfühlen zwischen den Trümmern. Die einzige trockene Stelle war der Ort, wo die Steine auf einen Haufen zusammen gestürzt waren. Von den vier Thürmen des Forts blieb nur ein einziger stehen; auf diesen flüchteten sich die Zollbeamten, die am folgenden Morgen von herbeieilenden Booten gerettet wurden. Bald aber gewahrte man, daß dies nicht die einzige Veränderung war, welche in dieser denkwürdigen Naturumwälzung Statt gefunden; fünf Meilen nördlich von Sindri bemerkte man einen Damm von Erde oder Sand an einer Stelle, wo sonst der Boden niedrig und eben gewesen war. Er erstreckte sich von Osten nach Westen bedeütend weit und lief quer über das Indus-Bette, um den Phurraun-Fluß gleichsam für die Ewigkeit vom Meere abzuschneiden. Die Jugebornen nannten ihn Allah-Band, d. h. Gottes-Damm, weil er nicht, wie die übrigen Indus-Deiche, ein Menschenwerk, sondern von der Natur selbst aufgeworfen war. Diese wunderbaren Ereignisse gingen an den Bewohnern von Kutsch unbeachtet vorüber; denn das tiefe Leid, welches dem Lande seit 1762 zugefügt worden war, hatte diese Gegend so vollständig zerstört, daß es ihnen ganz gleichgültig war, ob sie eine Wüste blieb oder ein Binnensee wurde. Kutsch machte einen schwachen und erfolglosen Versuch, auf dem neü erhobenen Allah-Band eine Zollstätte anzulegen; da sich aber die Amirs von Sindi dieser Anlage widersetzten, und Sindri nicht länger zu halten war, so wurden die Zollbeamten auf's feste Land von Kutsch zurückberufen. So standen die Sachen bis zum Monat November 1826, als sich die Nachricht verbreitete, der Indus habe seine Ufer in Ober-Sindi gesprengt und eine ungeheüre Wassermasse über die Wüste, die das Land auf der Ostseite begränzt, sich ergossen, der Strom gleichzeitig, nicht blos alle künstlichen Eindeichungen, sondern auch den Allah-Band zerbrochen und sich einen Weg nach dem Runn von Kutsch gebahnt. Im März 1827 machte sich Burnes auf, die Wahrheit dieser Gerüchte zu erforschen, den natürlichen Damm zu untersuchen, und den Grund dieser beständigen Veränderungen in der physischen Gestaltung des Landes zu erspähen. Er reiste von Bhudj, der Hauptstadt von Kutsch, nach Lukput, einer Stadt am nordwestlichen Ende der Provinz, und am Kori, dem östlichen Arm des Indus gelegen. Hier schiffte er sich auf einem kleinen Boot, mit flachem Verdeck, ein. Bei Lukput, und zwölf Meilen aufwärts, war der Strom dreihundert Yards breit und zwei bis drei Faden tief; bei der Sandbank Sundo, die ungefähr zwölf Meilen oberhalb jener Stadt liegt, nahm der Wasserstand zwei Meilen weit, bis auf vier oder fünf Fuß ab; dann aber nahm die Tiefe wieder zu, und es ging nun in einen großen Landsee hinein, der auf allen Seiten vom

das Leben. Zuerst zog sich das Meer zurück und legte die Barre trocken, dann stürzte es, fünfzig Fuß über seinen gewöhnlichen Stand erhoben, in die unglückliche Stadt. Bei Kinsale in Irland tobte die See in den Hafen hinein und überschwemmte das Land. An der Küste von Tanger, in Afrika, stieg und fiel das Meer achtzehn Mal hinter einander. In Funchal, auf Madeira, schwoll es fünfzehn Fuß über die Hochwasser-

---

Horizont begränzt war, und in dem der übrig gebliebene Thurm von Sindri stand, gleichsam wie ein Fels im weiten Ocean. Bei Sundo war das Wasser brakisch, bei Sindri dagegen ganz süß. Burnes fand, daß der Allah-Band aus weichem Thon und Muscheln bestand, daß er sich ungefähr zehn Fuß über den Wasserspiegel erhob und von einem Kanal durchschnitten, der auf beiden Seiten senkrechte Ufer hatte, etwa fünf und dreißig Yards breit und drei Faden tief war. Eine ungeheüre Masse süßen Wassers, ein Theil des wirklichen Indus, strömte hindurch in den See, welchen Burnes unterhalb des Allah-Band beschifft hatte. Hier nahm die Wasserfläche wieder das Ansehen eines Flusses an, und der Reisende traf auf mehrere Fahrzeüge, die von Wunga herabgekommen waren, und dadurch bestätigten, daß alle Dämme des Indus gebrochen, und die Verbindung zwischen dem großen Strom und seinem östlichen, so lange verlassenen Arm mit einem Male wieder hergestellt sei. Er hörte zu gleicher Zeit, daß die berühmte Festung Omercote von der Überschwemmung zum Theile versenkt worden sei; denn statt eine Oasis in der Wüste zu sein, wie man lange geglaubt hat, ist dieser Geburtsort des großen Akbar ein kleines Fort von Ziegelsteinen, das nur drei bis vier Meilen vom Indus entfernt ist, und zwischen dem und Lukput bis zum Mai 1819 eine Wasser-Verbindung Statt gefunden hat. Der Allah-Band bildet das merkwürdigste Resultat dieses großen Erdbebens. Dem Auge erschien er an einer Stelle nicht höher als an der andern, und er reichte so weit als der Blick reichte: die Ingebornen sagen, er sei volle fünfzig Meilen lang. Man muß ihn sich indessen nicht als einen schmalen Strich, wie einen künstlichen Damm, denken; denn er erstreckt sich landein nach Raomaka-Bazar, in einer Breite von etwa sechszehn Meilen und erscheint ganz als ein großer Natur-Aufwurf. Seine Oberfläche ist mit salinischem Boden überzogen, und seine Bestandtheile sind, wie schon erwähnt wurde, Thon, Muscheln und Sand. Das Volk schreibt diesen Damm allgemein dem Einfluß des Erdbebens zu, eben so die Seichtigkeit des Flusses bei Sundo. Der Landsee, welcher auf diese Weise entstanden ist, hat einen Flächeninhalt von etwa 125 deütschen Geviertmeilen, und seine Gränzen sind gut bestimmt, da die Straßen von Kutsch nach Sindi auf zwei Seiten an ihm vorbeilaufen. Die eine Straße geht von Nurra nach Luni und Raomaka-Bazar, und die andere von Lukput nach Kotri Gori und dem Djatti. Burnes spricht die Meinung aus, daß diese Wasserfläche durch ein Einsinken des Landes um Sindri entstanden sei; denn das Erdbeben hatte unmittelbaren Einfluß auf das Strombette unterhalb Allah-Band, indem der Fluß tief genug wurde, um Boote von hundert Tonnen von der See bis Lukput zu tragen, was seit 1762 nie der Fall gewesen war. Als das Bassin von Sindri, wie es Burnes nennt, einsank, wurde gleichzeitig der Damm des Allah-Band emporgehoben, eine Ansicht,

Marke an, obwol die Gezeit, die hier sieben Fuß ebbt und fluthet, halb-ebbe war. Selbst Schiffe in See empfinden, wenn gleich sie weit vom Lande entfernt sind, die konvulsivischen Bewegungen der Erdbeben. So glaubte ein Schiff, welches 160 oder 270 geographische Meilen von der Küste war, auf eine Klippenbank zu stoßen, als Lissabon im Jahre 1816 erschüttert wurde. Beim Erdbeben von Lissabon 1755 wurde der Stoß auf dem Verdeck eines Schiffes gefühlt, das sich westlich von dem Schauplatze des großen Unglücks befand. Bei San Lucar wurde die Fregatte Nancy so heftig erschüttert, daß der Kapitain glaubte, auf eine Bank gerathen zu sein, allein das Senkblei zeigte sofort, daß man sich im tiefen Wasser befand. Kapt. Clark, der sich in Lat. 36° 24′ N. befand, empfand zwischen neün und zehn Morgens einen so heftigen Stoß, daß die Fugen des Verdecks auf seinem Schiffe platzten; und Shaw erzählt, daß im Jahre 1724, als er sich an Bord des Gazello, eines Algier-Schiffs von 50 Kanonen, befand, so heftige Stöße kurz nach einander gefühlt wurden, daß man glaubte, es sei ein Gewicht von zwanzig oder dreißig Tonnen aus großer Höhe auf den Ballast gestürzt. Schouten, indem er von einem Erdbeben auf den Molukken spricht, sagt, daß die Berge erschüttert und Schiffe, welche in dreißig bis vierzig Faden Wassertiefe vor Anker lagen, dermaßen gestoßen wurden, daß man hätte glauben sollen, sie wären auf's Land gerannt oder zwischen Klippenbänke gerathen; ja Legentil bemerkt, „Schiffe unter Segel und vor Anker empfänden bei Erdbeben so heftige Bewegungen, als wollten sie aus einander springen; die Kanonen würden lose, und die Masten bekämen Risse."

---

welche durch die mitgetheilte Beschreibung vollständig gerechtfertigt wird. Bei einem zweiten Besuch, den Burnes im August 1827 am östlichen Indus-Arm machte, fand er, daß große Veränderungen in diesem wechselvollen Lande Statt gefunden hatten; Strom und See waren aller Orten zwei Fuß tiefer geworden, der Kanal durch den Allah-Band hatte sich bedeütend erweitert, und das Wasser war jetzt überall ganz salzig; doch nicht der Strom, welcher durch Allah-Band fließt, der noch immer süßes Wasser, aber an Größe bedeütend abgenommen hatte. Während der Zeit, welche zwischen Burnes' zwei Reisen fiel, waren die südwestlichen Winde vorherrschend gewesen und hatten das Seewasser auf das süße getrieben, worin der Grund der stattgefundenen Veränderungen zu liegen scheint. Aus diesen Thatsachen geht klar hervor, daß ein Theil der Induswasser das Streben hat, bei Lukput und Kutsch vorüber, sich zu entladen. Wir sehen, daß eine Überschwemmung des Flusses einen alten Kanal aufsucht, der fünfundsechszig Jahre lang von ihm verlassen gewesen ist. (Wegen der Örtlichkeit dieser merkwürdigen Gegenden verweise ich auf die Karte von Vorderindien in meinem Asiatischen Atlas.)

Kein Theil von Eüropa wird mehr von Erdbeben heimgesucht, als Italien und die benachbarten Inseln. Das erste Erdbeben, welches angeführt zu werden verdient, fand im Februar des Jahres 63 unserer Zeitrechnung, unter Nero's Regierung Statt; es zerstörte Pompeji ganz, ein Theil von Herculanum wurde ebenfalls umgestürzt, und die ganze Gegend bis Neapel hatte dasselbe Schicksal. Sechszehn Jahre später wurden die wieder aufgebauten, blühenden Städte Pompeji und Herculanum von der ersten Vesuv-Eruption, deren die Geschichte gedenkt, bekanntlich verschüttet. Seit jenem Erdbeben von 63 haben Unteritalien und Sicilien sehr oft von Erschütterungen zu leiden gehabt, seltener jedoch in der Periode bis zum zwölften Jahrhundert, am haüfigsten werden sie von da bis zur neüern Zeit, das heißt bis zum achtzehnten und neünzehnten Jahrhundert. Am fürchterlichsten wütheten sie im Februar 1783; sie brachen in Calabrien und Sicilien mit einer Gewalt aus, von welcher, wie Hr. von Hoff bemerkt, Eüropa in Jahrhunderten kein Beispiel gesehen hatte; von welcher, in einem nicht großen Umkreise konzentrirten, Gewalt Spuren zurückgeblieben sind, wie selbst das große und weit verbreitete Erdbeben vom Jahre 1755 nicht hinterlassen hat.

Der Mittelpunkt der Kraft dieses Erdbebens zeigte sich in Calabria Ultra, in der Gegend der Stadt Oppido und der Orte Silizzano, Cosoleto, Sta. Cristina, Castellace und Sinopoli Vecchio. Hamilton, der Calabrien noch im Monat Mai desselben Jahres, während der Fortdauer der Erderschütterungen ganz durchreiste, sagt, daß ein Kreis, von Oppido aus mit einem Halbmesser von zwei und zwanzig geographischen Meilen gezogen, diejenige Landfläche umschließt, welche am meisten gelitten hat, in welcher alle Städte und Dörfer von Grund aus zerstört worden sind. Ziehen wir einen Kreis mit einem Radius von zwei und siebenzig geographischen oder achtzehn deütschen Meilen, so haben wir den Raum, auf welchem das Erdbeben noch große, wiewol minder bedeütende Verwüstungen angerichtet hat. Der erste Stoß, am 5. Februar, warf in Zeit von zwei Minuten den größten Theil der Haüser in allen Städten, Flecken und Dörfern von den Westabhängen der Apenninen, in Calabria Ultra, bis Messina in Sicilien nieder, und erschütterte die ganze Oberfläche des Landes. Ein anderer Stoß, welcher am 25. März Statt fand, war fast eben so heftig. Die Granitkette, welche von Norden nach Süden durch ganz Kalabrien zieht, wurde nur schwach bewegt, und die Hauptstöße pflanzten sich mit einer wellenförmigen Bewegung von West nach Ost durch tertiäre Gebilde des Sandes, Sandsteins und des Thones fort. Die größte Heftigkeit des Stoßes fand auf der Gränze des Granits und

der tertiären Gesteine Statt, was wahrscheinlich von der durch den harten Granit verursachten Unterbrechung der wellenförmigen Bewegung der weichern Schichten herrührte. Die Granitkette verhinderte auch die Fortpflanzung der Stöße in den Ländern jenseits des Gebirgzuges. Ungefähr zweihundert Flecken und Dörfer wurden zerstört, mehr als hundert Berge glitten zum Theil ab, oder stürzten ganz ein, dammten Flüsse auf und bildeten Seen; unzählige, oft außerordentlich große Spalten wurden in den Boden gerissen; viele Einsenkungen und Erhebungen des Bodens fanden Statt, und das äußere Ansehen des Landes erlitt so gewaltige Veränderungen, daß man es kaum wieder erkennen konnte. So veränderte sich das ganze Land binnen sehr kurzer Zeit dermaßen, als wäre es den gemeinsamen Einflüssen vieler tausend Jahre ausgesetzt gewesen. Die Zahl der Menschen, welche bei diesem außerordentlichen Ereigniß das Leben verloren, wurde auf hunderttausend geschätzt, und es hielt schwer, selbst entfernte Verwandte zu finden, um das Eigenthum einiger der umgekommenen Familien anzutreten.

Das große Erdbeben von 1755, dessen wir im Obigen mehrfach zu erwähnen Gelegenheit gehabt haben, ereignete sich am 1. November. Fünf und dreißig Minuten nach neün Uhr Morgens erschütterte, ohne die geringste Warnung, mit Ausnahme eines donnerähnlichen unterirdischen Getöses, ein furchtbares Erdbeben, in kurzen aber raschen Vibrationen die Fundamente von Lissabon, so daß viele Hauptgebaüde in einem Moment dem Boden gleich gemacht waren; dann, nach einer kaum merkbaren Pause, veränderte sich die Natur der Bewegung, es schien als würde ein Wagen mit großer Heftigkeit über holprige Steine gestoßen, und die Folge dieses schauerlichen Getöses war ein allgemeines Zusammenstürzen aller Wohnhaüser, Kirchen, Klöster und öffentlichen Gebaüde, die eine unglaubliche Menge Menschen unter ihren Ruinen begruben. Es dauerte im Ganzen ungefähr sechs Minuten lang. Im Augenblick des Beginnens hörten einige Personen, die sich auf dem Tejo, etwa eine Meile von der Stadt, befanden, ihr Boot ein Geraüsch machen, als stieße es auf den Grund, obwol sie sich in tiefem Wasser befanden; gleichzeitig sahen sie die Haüser zu beiden Seiten des Stroms zusammenstürzen. Vier oder fünf Minuten später machte das Boot ein ähnliches Geraüsch, von einem zweiten Stoß verursacht, der noch mehr Gebaüde zertrümmerte. Das Bette des Tejo war an vielen Stellen bis an den Wasserspiegel gehoben. Schiffe wurden von ihren Ankern gerissen und stießen mit großer Heftigkeit an einander; die Steüerleüte wußten nicht, ob sie noch flott seien oder auf dem Grunde säßen. Die große Kaimauer, Cays de Prada

genannt, sank, wie schon erwähnt wurde, mit all' den Menschen, die sich darauf geflüchtet hatten, in die bodenlose Tiefe. Die Barre sah man trocken von Ufer zu Ufer; dann stürzte die See wie ein Berg in die Strommündung und rollte fünfzig Fuß hoch gegen das Schloß Belem; und wäre die große, der Stadt gegenüberliegende Bucht nicht gewesen, in der sich die gewaltige Fluth ausbreitete, so würde der ganze untere Theil der Stadt unter Wasser gekommen sein. Wie sie war, trat sie bis an die Haüser und trieb die Bewohner nach den Bergen. Gegen Mittag erfolgte abermals ein Stoß, und nun sah man die Mauern einiger noch stehen gebliebener Haüser sich von oben bis unten wol eine Viertel-Elle weit spalten und dann sich wieder schließen, ohne von dem Riß kaum ein Merkmal zu hinterlassen. Viele der größten Berge in Portugal wurden während des großen Erdbebens so zu sagen bis auf den Grund erschüttert, und viele von ihnen bekamen Öffnungen auf ihren Gipfeln, rissen und barsten, und ungeheüere Felsenmassen stürzten herab in die benachbarten Thäler. In Oporto waren die Schwankungen der Erde fast eben so furchtbar wie in Lissabon. Etwa vierzig Minuten nach neün Uhr Morgens hörte man daselbst, bei heiterm Himmel, ein schreckliches hohles Getöse, das wie Donner oder das Rasseln vieler Kutschen auf holprigen Wegen in der Ferne klang; und fast in demselben Augenblick fühlte man einen starken Erdstoß, der sechs oder sieben Minuten dauerte und alles erschütterte und rasselte. Mehrere Kirchen wurden gespalten. In den Straßen sah man die Erde unter den Füßen sich heben und anschwellen. Der Fluß war in heftiger Bewegung, denn in einer oder zwei Minuten stieg und fiel er fünf oder sechs Fuß und hielt damit vier Stunden lang an. Man sah den Douro an mehreren Stellen bersten und ungeheüre Massen Luft aushauchen, und die Aufregung in der See war so groß, daß man sich einbilden konnte, auch sie habe ein Luftloch bekommen.

An dem Unglückstage des Erdbebens von Lissabon wüthete die fürchterliche Erschütterung auch in Ayamonte, wo die Guadiana in die Bai von Cadiz fällt, kurz vor zehn Uhr, unmittelbar nach einem rauschenden Getöse; die Stöße dauerten vierzehn bis fünfzehn Minuten und beschädigten fast alle Gebaüde. Etwa eine halbe Stunde später strömten das Meer und der Fluß, mit allen ihren Armen, über ihre Einfassungen mit großer Gewalt und überschwemmten die ganze Küste, alle vorliegenden Inseln und die Straßen der Stadt. Das Wasser stieg drei Mal, nachdem es sich eben so oft zurück gezogen hatte. Eine der Wogen erfolgte zur Ebbezeit. Das Wasser rollte wie große schwarze Berge, mit weißen Schaumspitzen, auf die an der Barre liegende Stadt De-Canala und

zertrümmerte die Hälfte ihrer Haüser. Man sah die Erde an verschiedenen Stellen sich öffnen, und aus den Spalten quollen gewaltige Wassermassen hervor.

Cadiz wurde an demselben Morgen, einige Minuten nach neün Uhr, fünf Minuten lang erschüttert. Das Wasser in den Cisternen rollte hin und her. Zehn Minuten nach eilf sah man acht Meilen weit von der See einen sechszig Fuß hohen Wasserberg herbeiströmen, der sich auf die Westseite der Stadt stürzte, in die Bastionen drang und Massen von acht bis zehn Tonnen Gewicht vierzig oder fünfzig Ellen weit von den Wällen schleüderte; und als die Woge mit gleicher Wuth zurückwich, waren viele Stellen, die zur Ebbezeit noch tiefes Wasser haben, ganz trocken. An demselben schrecklichen Morgen bebte die Erde auch in Gibraltar. Es dauerte ungefähr zwei Minuten. Die Kanonen auf den Wällen sah man an der einen Stelle sich heben, an einer andern sich senken; die Erde hatte eine wellenförmige Bewegung. Die meisten Menschen wurden von Schwindel und Unwohlsein befallen, einige stürzten zur Erde, andere wurden betaübt, und viele zu Fuß und zu Pferd fühlten keine Bewegung, wurden aber unwohl. Das Meer schwoll alle Viertelstunden sechs Fuß an und wich so weit zurück, daß alle in der Nähe des Gestades vor Anker liegenden Boote und kleinen Fahrzeüge auf's Trockene zu stehen kamen; der Grund des Meeres war mit zahllosen Fischen bedeckt, und die in der Bai vor Anker liegenden Schiffe glaubten auf Felsen gestoßen zu sein. Ebbe und Fluth dauerten bis sechs Uhr am andern Morgen, nachdem sie von zwei Uhr Nachmittags stufenweise abgenommen hatte. Der außerordentlichen Ausdehnung, in welcher dieses Erdbeben von 1755 thätig gewesen ist, haben wir bereits oben Erwähnung gethan.

So schrecklich viele der in Europa vorgekommenen Erdbeben auch gewesen sind, so halten sie doch keinen Vergleich aus mit denen, welche manche Gegenden von Asien verwüstet haben. Der großen Veränderungen, welche das Erdbeben von Kutsch im Jahre 1819 in der physischen Gestaltung des Indus-Delta hervorgebracht hat, ist bereits oben gedacht worden; hören wir jetzt, was Gibbon im drei und vierzigsten Kapitel seiner Geschichte des Verfalls des Römischen Reichs über das Erdbeben sagt, welches am 30. Mai 526 in Syrien, besonders in Antiochien Statt fand. „Ein Komet, der auf seiner Bahn dem von uns bewohnten Planeten zu nahe kommt, kann ihn beschädigen oder gar zerstören; doch die Veränderungen, welche auf der Erdoberfläche bisher vorgefallen sind, rühren nicht von einer solchen Ursache her, sondern haben in den Wirkungen der Vulkane und Erdbeben ihren Grund. Die Beschaffenheit des Bodens kann

die Länder nachweisen, welche am meisten diesen schrecklichen Krämpfen ausgesetzt sind, denn sie werden von den unterirdischen Feüern herbeigeführt, und diese Feüer von der Vereinigung und Gährung des Eisens und Schwefels angefacht. Aber die Zeiten wann, und die Art und Weise wie dieser Prozeß vor sich geht, liegen außerhalb des Kreises menschlicher Wißbegierde, und der Naturforscher wird sich so lange bescheiden, ein Erdbeben vorher sagen zu können, bis er die Tropfen Wassers gezählt hat, welche schweigsam auf das entzündete Mineral sickern, bis er die unterirdischen Gewölbe gemessen hat, die den Ausbruch der verschlossenen Luft durch Widerstand vermehren. Ohne den Ursachen nachzuforschen, ist es die Aufgabe der Geschichte, die Perioden zu unterscheiden, während deren diese traurigen Ereignisse selten oder haüfig gewesen sind; und bei Lösung der ihr gesteckten Aufgabe findet sie, daß dieses Fieber der Erde während der Regierungszeit von Justinian mit ungewöhnlicher Heftigkeit gewüthet hat. Jedes Jahr ist durch wiederholte Erdbeben bezeichnet; und zwar waren sie von so gewaltiger Dauer, daß Konstantinopel über vierzig Tage lang erschüttert wurde, und von so großer Ausdehnung, daß sich die Stöße über die ganze Erde mindestens über den Umfang des ganzen Römischen Reichs fortpflanzten. Eine stoßende oder schwingende Bewegung wurde gefühlt, ungeheüre Spalten öffneten sich, große und schwere Körper wurden in die Luft geschleüdert, das Meer überstieg abwechselnd seine gewöhnlichen Gränzen und fiel von ihnen zurück, und ein Berg stürzte vom Libanus und rollte in die Meereswogen, wo er, als Hafendamm den neüen Hafen von Botrys in Phönizien beschützt. Der Stoß, der einen Ameisenhaufen bewegt, mag Myriaden von Insekten im Staube zerquetschen; doch die Wahrheit erzwingt das Geständniß, daß der Mensch emsig für seinen eigenen Untergang gearbeitet hat. Die Gründung großer Städte, welche eine ganze Nation innerhalb ihrer Mauern bergen, verwirklicht fast den Wunsch Caligula's, daß das Römische Volk nur Einen Nacken habe. Zweihundertfünfzigtausend Menschen sollen bei dem Erdbeben von Antiochien umgekommen sein, da die Masse der städtischen Bevölkerung noch durch den Zusammenfluß von Fremden vermehrt worden war, welche zur Feier des Himmelfahrtstages herbeigeströmt waren. Der Verlust von Berytus war zwar geringer, aber von größerem Werth. Diese, an der Küste Phöniziens liegende Stadt war berühmt wegen des Studiums des bürgerlichen Rechts, welches die sicherste Laufbahn zur Erlangung von Ruhm und Ehre war: die Schulen von Berytus waren angefüllt mit den aufblühenden Geistern des Zeitalters, und mancher Jüngling, der einst hätte die Geißel oder der Beschützer seines Landes

werden können, ging in dem Erdbeben unter. Bei solchen Unglücksfällen wird der Baukünstler ein Feind des Menschengeschlechts. Die Hütte eines Wilden, oder das Zelt eines Arabers kann umgeworfen werden, ohne daß es seine Bewohner beschädigt, und die Peruaner haben Recht, die Narrheit ihrer spanischen Überwinder zu verspotten, die mit so großer Mühe und so großen Kosten ihre eigenen Gräber erbauen. Die schönen Marmorplatten eines Patriciers stürzen über seinem eigenen Haupte zusammen; ein ganzes Volk wird unter den Trümmern öffentlicher und Privatgebaüde begraben, und die Feüersbrunst wird entflammt und verbreitet durch die unzähligen Feüer, welche für den Unterhalt und die Manufakturen einer großen Stadt erforderlich sind. Statt eines gegenseitigen Mitgefühls, das den Verunglückten Hülfe leisten sollte, erfahren diese schrecklicher Weise die Laster und Leidenschaften, welche von der Furcht vor Strafe losgelassen sind; die schwankenden Haüser werden von kühner Habsucht geplündert; Rache benutzt den Augenblick und sucht ihr Opfer aus, und die Erde verschlingt oft den Mörder oder Raüber, während er das Verbrechen begeht. Aberglaube hüllt die Gefahr in unsichtbaren Schrecken, und wenn das Bild des Todes bisweilen der Tugend oder Reüe von Individuen beförderlich wird, so wird ein erschrecktes Volk mit aller Macht dahin getrieben, das Ende der Welt zu erwarten, oder die Anwendung des Zorns einer rächenden Gottheit in Demuth zu erflehen." Im Jahre 1169 dauerten einzelne Erdstöße vier Monate lang, und 1202 zerstörte ein anderes Erdbeben viele Städte, füllte die Thäler des Libanon auf und zertrümmerte die Basaltbezirke von Hauran auf eine Weise, daß man, nach dem damals umlaufenden Ausdruck, es nicht länger möglich war, zu sagen: hier stand diese oder jene Stadt. Ein schreckliches Erdbeben fand 1759 Statt; die Stöße hielten sechs Monate an. Beim ersten Stoß wurden die Städte Antiochien, Balbek, Acre, Tripoli ꝛc. in Ruinen verwandelt und dreißigtausend Menschen erschlagen. Das Erdbeben von 1822 dauerte noch länger und richtete fürchterliche Verwüstungen an. Am 13. August wurden in einer einzigen schrecklichen Nacht Aleppo, Antiochien, Biha, Gesser, ja jedes Dorf und jedes einzelne Haus im Paschalik von Aleppo innerhalb zehn oder zwölf Sekunden zerstört und in einen Schutthaufen verwandelt; nicht weniger denn zwanzigtausend Menschen büßten ihr Leben ein, und noch viel größer war die Menge der Verstümmelten, — eine ungeheüre Zahl, wenn man die schwache Bevölkerung dieser Gegenden in Betracht zieht.

Afrika ist sehr wenig bekannt, wir wissen daher auch nichts von Erdbeben, die in dem Innern dieses Kontinents vorgekommen wären,

wiewol sich nicht daran zweifeln läßt, daß Afrika eben so ihr Schauplatz sein werde, wie alle übrigen Gegenden der Erde. Der Südrand dieses Festlandes wird nur selten von schwachen Erdstößen heimgesucht, zahlreicher ereignen sie sich im nördlichen Theile, wo im Jahre 1825 Algier und Blida bedeütenden Schaden litten.

Amerika dagegen, und insbesondere die Südhälfte dieses Erdtheils, steht an Großartigkeit, Haüfigkeit und Dauer der Erdbeben keiner Gegend der Erde nach. Im Jahre 1746 wurde ein großer Theil von Lima verwüstet, Callao ward von den Wellen überfluthet, und von viertausend Menschen kamen nur zweihundert mit dem Leben davon. Die Verwüstungen, welche das Erdbeben vom 21. Oktober 1766 in der Provinz Neü-Andalusien anrichtete, waren eben so furchtbar. Die Stöße erstreckten sich über Cumana, Caraccas, Maracaibo, über die Gestade des Casanar, Meta, Orinoco und Ventures, und die granitischen Bezirke in der Mission von Encaranada wurden gleich heftig heimgesucht. Im Jahre 1797 zerstörte ein Erdbeben einen großen Theil von Peru. Es hatte in dem Vulkan Tunguragua seinen Mittelpunkt, dauerte mit schwachen Stößen die beiden Monate Februar und März, und erneüerte sich mit zunehmender Heftigkeit am 15. April. Viele Gegenden wurden von den einstürzenden Bergspitzen verschüttet; schlammiges Wasser floß in Strömen vom Vulkan herab, breitete sich über einen großen Strich Landes aus und wurde späterhin eine harte Thonkruste. Vierzigtausend Menschen verloren bei diesem schrecklichen Ereigniß ihr Leben.

Eben so fürchterlich war das Erdbeben, wodurch Caraccas im Jahre 1812 zerstört wurde. A. von Humboldt hat davon (in seinem Reiseberichte, 5ter Band der 8ten Ausgabe) eine ausführliche Beschreibung gegeben, die nicht allein das einzelne Ereigniß, sondern auch seinen Zusammenhang mit andern ähnlichen Phänomenen und insbesondere mit den Vulkanen der Kleinen Antillen betrachtet. Wegen dieser allgemeinen Auffassung der furchtbaren Naturerscheinung können wir es uns nicht versagen, der Schilderung des Hrn. von Humboldt das folgende Kapitel ausschließlich zu widmen.

Fünf und vierzigstes Kapitel.

A. von Humboldt's Geschichte des großen Erdbebens von Caracas im Jahre 1812, nebst Bemerkungen über den Zusammenhang der vulkanischen Erscheinungen in der Vulkankette der kleinen Antillen und in den nördlichen Gegenden von Südamerika.

Zu der Zeit, als wir, Hr. Bonpland und ich, — beginnt der berühmte Naturforscher, den wir selbst sprechen lassen, — in den Provinzen Neü=Andalusien, Neü=Barcelona und Caracas verweilten, herrschte allgemein die Meinung, daß die östlichsten Gegenden dieser Küsten den zerstörenden Wirkungen der Erdbeben am meisten ausgesetzt seien. Die Bewohner von Cumana fürchteten das Thal von Caracas, wegen seines feüchten, veränderlichen Klima, wegen seines nebligen und schwermüthigen Himmels. Die Bewohner dieses gemäßigten Thals sprachen von Cumana, wie von einer Stadt, wo man unaufhörlich eine entzündete Luft einathmet, und deren Boden von heftigen Stößen periodisch bewegt wird. Die Zerstörungen von Riobamba und anderer sehr hoch gelegener Städte vergessend und nicht wissend, daß die aus Glimmerschiefer bestehende Halbinsel Araya an den Bewegungen der Kalksteinküste von Cumana Theil nimmt, glaubten unterrichtete Personen nicht allein in der Struktur der primitiven Felsarten von Caracas, sondern auch in der hohen Lage dieses Thals Motive der Sicherheit zu finden. Kirchliche Feste, die in La Guayra und selbst in der Hauptstadt mitten in der Nacht gefeiert wurden*), erinnerten sie ohne Zweifel daran, daß von Zeit zu Zeit die

*) Z. B. die nächtliche Prozession vom 21. Oktober, welche zum Gedächtniß des großen Erdbebens, das an demselben Monatstage im Jahre 1778 um ein Uhr nach Mitternacht Statt fand, gestiftet wurde. Andere sehr heftige Erschütterungen ereigneten sich 1641, 1703 und 1802.

Provinz Venezuela von Erdbeben heimgesucht worden ist; allein Gefahren, welche sich nur selten erneüern, fürchtet man nur wenig. Im Jahre 1811 hat eine harte Erfahrung den Zauber der Theorien und den Volksglauben auf eine schreckliche Weise zerstört. Caraccas, das im Gebirge liegt, drei Grad westlich von Cumana, fünf Grad westlich von dem Meridian, der durch die Vulkane der Caraibischen Inseln geht, hat Erdstöße erlitten, die stärker gewesen, als jemals auf den Küsten von Paria und Neü-Andalusien empfunden worden sind.

Seit meiner Ankunft in der Terra-Firma hatte die Verbindung zweier physischen Ereignisse, die Zerstörung von Cumana am 14. December 1794 und der Ausbruch der Vulkane auf den kleinen Antillen, meine Aufmerksamkeit in Anspruch genommen *). Diese Verhältnisse haben sich aufs Neüe bei der Zerstörung von Caraccas am 26. März 1812 kund gegeben. Der Vulkan von Guadeloupe schien im Jahr 1797 auf die Küsten von Cumana gewirkt zu haben. Fünfzehn Jahre später war es ein dem Festlande näher liegender Feüerberg, der Vulkan von Saint-Vincent, welcher seinen Einfluß bis nach Caraccas und bis zu den Ufern des Apure auszudehnen schien. Wahrscheinlich war in beiden Fällen der Mittelpunkt der Explosion in einer ungeheüern Tiefe gleichweit von den Regionen, gegen welche sich die Bewegung an der Erdoberfläche fortpflanzte.

Vom Anfange des Jahres 1811 bis zum Jahre 1813 ist ein ungeheürer Erdstrich, der vom Meridian der Azoren, vom Thal des Ohio, von den Cordilleren Neü-Granada's, den Küsten Venezuela's und den Vulkanen der kleinen Antillen begränzt wird **), fast gleichzeitig von Erdstößen erschüttert worden, welche man unterirdischen Feüerheerden zuschreiben kann. Die hier folgende Aufzählung begreift die Reihe der Ereignisse, welche Verbindungen in ungeheüre Entfernungen anzudeüten scheinen. Am 30. Januar 1811 brach bei der Insel S. Miguel, einer der Azoren, ein Vulkan vom Meeresgrunde hervor. An einer Stelle,

*) Die Erdbeben von Cumana sind nicht allein an die der kleinen Antillen geknüpft, sondern man hat auch vermuthet, daß sie mit den vulkanischen Phänomenen der Andeskette in einiger Verbindung stehen. Während des Erdbebens vom 4. Februar 1797, wodurch (wie bereits oben erwähnt wurde) die Provinz Quito zu einem Trümmerhaufen wurde, wurden die Bewohner der Antillen durch Erdstöße beunruhigt, welche acht Monate dauerten und erst dann aufhörten, als der Vulkan von Guadeloupe Bimsstein, Asche und Schwefeldämpfe auswarf. Auf diesen Ausbruch am 27. September, während dessen man ein sehr lange dauerndes, unterirdisches Getöse hörte, folgte am 14. December das große Erdbeben von Cumana.

**) Zwischen Lat. 5° und 36° N. und Long. 31° und 91° W. Paris.

wo das Meer sechszig Klafter Tiefe besaß, trat ein Fels an die Oberfläche des Meeres. Das Emporsteigen der erweichten Erdrinde scheint der Flammen-Eruption durch den Krater vorangegangen zu sein, wie dies auch bei den Vulkanen von Jorullo in Mexiko und zur Zeit der Entstehung der Insel Klein-Kameni bei Santorino beobachtet worden ist. Das neüe Eiland der Azoren war anfänglich nur eine Klippe, die aber am 15. Juni durch einen neüen, sechs Tage lang dauernden Ausbruch vergrößert und nach und nach zur Höhe von 50' über die Meeresfläche erhoben ward. Dies neüe Land, wovon der Kapitain Tillard im Namen der britischen Regierung Besitz zu nehmen sich beeilte und das er die Insel Sabrina nannte, hatte 900' im Durchmesser. Es scheint, daß es von neüem vom Ocean verschlungen worden ist. Dies ist nun das dritte Mal, daß bei der Insel St. Miguel untermeerische Vulkane dieses außerordentliche Schauspiel dargeboten haben, und daß die kleine emporgehobene Insel, gleichsam als wären die Eruptionen dieser Vulkane einer regelmäßigen Periode unterworfen, die von einer gewissen Anhaüfung elastischer Fluida abhangig ist, sich in Zwischenraümen von 91 oder 92 Jahren gezeigt hat*). Man kann nicht anders als bedauern, daß der geringen Entfernung ungeachtet, weder eine eüropäische Regierung, noch eine gelehrte Gesellschaft, Physiker und Geologen nach den Azoren abgefertigt hat, um eine Naturerscheinung zu studiren, welche geeignet ist, die Geschichte der Vulkane und die des Erdkörpers im Allgemeinen ins helle Licht zu setzen.

Als das neüe Eiland Sabrina an die Oberfläche des Meeres trat, wurden die kleinen Antillen, welche 800 Seemeilen südwestlich von den Azoren liegen, von haüfigen Erdbeben erschüttert. Auf der Insel St. Vincent, einer der drei Antillen, die noch thätige Vulkane haben, zählte man in dem einjährigen Zeitraume vom Monat Mai 1811 bis zum April 1812 mehr als 200 Erdstöße. Doch blieben die Bewegungen nicht auf das Inselland vom östlichen Amerika beschränkt. Vom 16. December 1811 an war in den Thälern des Mississippi, des Arkansaw und Ohio die Erde fast beständig bewegt. Schwächer waren die Schwingungen im Osten des Alleghanys, als im Westen dieser Gebirgskette; in Tennessee

*) Malte-Brun, Geogr. univ., Tom. 5. p. 177—188. Es waltet zwar noch einiger Zweifel über den Ausbruch von 1628, welchen Andere auf 1638 übertragen. Der Meeresgrund ward jederzeit in der Nähe der Insel St. Miguel emporgehoben, obgleich nicht genau auf der nämlichen Stelle. Bemerkenswerth ist es, daß das kleine Eiland von 1720 genau die nämliche Höhe erreicht hat, welche die Insel Sabrina im Jahre 1811 erreichte.

und Kentucky. Sie waren mit einem beträchtlichen, von Südwest herkommenden, unterirdischen Getöse begleitet. An einigen Stellen zwischen Neü=Madrid und Little=Prairie, so wie bei der Saline nördlich von Cincinnati, unter Lat. 37° 45′ N., wurden die Stöße täglich und beinahe stündlich mehrere Monate hindurch verspürt. Diese Gesammterscheinungen dauerten vom 16. December 1811 bis ins Jahr 1813. Die Anfangs südwärts auf das Thal des untern Mississippi beschränkten Erscheinungen schienen allmälig gegen Norden vorzuschreiten.

Zu gleicher Zeit, wo in den transalleghanyschen Staaten diese lange Reihenfolge von Erdbeben ihren Anfag nahm, im December 1811, erlitt die Stadt Caracas, bei stillem und heiterem Wetter, einen ersten Stoß. Dies Zusammentreffen von Phänomenen war aller Wahrscheinlichkeit nach nicht zufällig; denn man darf es nicht vergessen, daß trotz der Entfernung, welche diese Länder trennt, die Niederungen der Louisiana und die Küsten von Venezuela und Kumana einem und demselben Becken, nämlich dem des Antillenmeeres, angehören. Dieses mit mehreren Ausgängen versehene Mittelmeer nimmt seine Richtung von S.O. nach N.W., und man glaubt eine frühere Ausdehnung desselben in den weiten Ebenen wahrzunehmen, die stufenweise um 30, 50 und 80′ *) über der Wasserfläche des Oceans erhaben, mit Sekundar=Formationen bedeckt sind und durch den Ohio, den Missouri, den Arkansaw und den Mississippi bewässert werden. Betrachtet man das Wasserbecken des Antillenmeeres und des Golfs von Mexiko mit geologischem Blicke, so findet man, daß dasselbe südwärts durch die Küstenkette von Venezuela und durch die Cordilleren von Merida und Pamplona, östlich durch die Berge der Antillen=Inseln und die Alleghanys, westlich durch die mexikanischen Anden und die Rocky=Mountains und nördlich durch die unbeträchtlichen Höhen begränzt ist, welche die Canadischen Seen von den Zuflüssen des Mississippi trennen. Über zwei Drittheile dieses Beckens sind mit Wasser bedeckt. Zwei Reihen thätiger Vulkane fassen dasselbe ein; östlich auf den kleinen Antillen, zwischen Lat. 13° und 16° N., und westlich auf den Cordilleren von Nicaragua, Guatimala, Mexiko, zwischen Lat. 11° und 20° N. Wenn man sich erinnert, daß das große Erdbeben von Lissabon am 1. November 1755 fast im nämlichen Augenblick an den schwedischen Küsten, am Ontario=See und auf Martinique verspürt ward, so wird man die Vermuthung nicht allzukühn finden, daß das ganze Becken der

*) Cincinnati, am Ohio gelegen, unter Lat. 39° 6′ N., hat nur noch 85′ absoluter Höhe.

Antillen, von Cumana und Caracas bis in die Ebene der Louisiana, zuweilen gleichzeitig durch Erschütterungen, die von einem gemeinsamen Mittelpunkte ausgehen, könne bewegt werden.

Es ist eine auf den Küsten der Terra-Firma sehr allgemein verbreitete Meinung, daß die Erdbeben haüfiger werden, wenn die elektrischen Explosionen einige Jahre hindurch seltener gewesen sind. In Cumana und in Caracas hat man zu bemerken geglaubt, daß die Regengüsse seit dem Jahre 1792 seltener mit Donner begleitet waren, und man hat nicht ermangelt, sowol den gänzlichen Untergang von Cumana, im Jahre 1797, als auch die in den Jahren 1800, 1801 und 1802 in Maracaibo, Porto-Cabello und Caracas erlittenen Erdstöße einer „Elektricitäts-Anhaüfung im Innern der Erde" zuzuschreiben. Es möchte schwer halten, nachdem man sich längere Zeit in Neü-Andalusien oder in den Niederungen von Peru aufgehalten hat, in Abrede zu stellen, daß die Jahreszeit, worin am meisten Erdbeben zu befürchten sind, diejenige des Anfangs der Regenmonate ist, wo dann aber auch die meisten Gewitter eintreffen. Die Atmosphäre und der Zustand der Erdoberfläche scheinen auf eine uns unbekannte Weise auf die Veränderungen einzuwirken, welche in großen Tiefen vor sich gehen, und ich halte dafür, die Verbindung, welche man zwischen dem Mangel an Gewittern und den haüfigen Erdbeben wahrzunehmen glaubt, sei vielmehr eine von den Halbgelehrten des Landes ersonnene physische Hypothese, als das Resultat einer langen Erfahrung. Der Zufall kann das Zusammentreffen gewisser Erscheinungen begünstigen. Den außerordentlichen Erdstößen, welche zwei Jahre lang anhaltend an den Ufern des Mississippi und Ohio verspürt wurden, und die im Jahre 1812 mit denen im Thale von Caracas zusammentrafen, war in Louisiana ein völlig gewitterloses Jahr vorangegangen. Dieses Phänomen ward abermals allgemein sehr auffallend befunden. Man darf sich nicht wundern, wenn im Vaterlande Franklin's eine große Vorliebe für Erklärungen angetroffen wird, die auf der Theorie der Elektricität beruhen.

Der Erdstoß, welcher zu Caracas im December 1811 verspürt ward, ist der einzige, welcher der schrecklichen Katastrophe vom 26. März 1812 voranging. Niemand auf dem Festlande verspürte die Bewegungen, welche einerseits der Vulkan der Insel St. Vincenz und andererseits das Becken des Mississippi erlitt, wo am 7. und 8. Februar 1812 der Boden sich Tag und Nacht in einem Zustande beständiger Schwingungen befand. Die Provinz Venezuela litt zu jener Zeit an großer Trockenheit. Kein Tropfen Regen war in Caracas und 90 Meilen in der Runde während 5 Monaten unmittelbar vor der Zerstörung der Hauptstadt gefallen. Der

26. März begann als ein außerordentlich heißer Tag, die Luft war ruhig und der Himmel wolkenlos. Es war der grüne Donnerstag und das Volk großentheils in den Kirchen versammelt. Nichts schien das drohende Unglück zu verkünden. Sieben Minuten nach 4 Uhr Abends verspürte man die erste Erschütterung. Sie war stark genug, um die Glocken der Kirchen in Bewegung zu setzen, dauerte 5 bis 6 Sekunden, und unmittelbar darauf folgte eine zweite Erschütterung von 10 bis 12 Sekunden, während welcher der Erdboden in beständiger Wellenbewegung wie eine Flüssigkeit zu kochen schien. Schon glaubte man die Gefahr vorüber, als sich ein heftiges unterirdisches Getöse hören ließ. Es glich dem Rollen des Donners, war aber stärker und dauerte länger als dieses in der Jahreszeit der Gewitter unter den Tropen gewöhnlich ist. Dem Donner folgte unmittelbar eine senkrechte, ungefähr 3 bis 4 Sekunden anhaltende Bewegung, welche von einer etwas länger dauernden wellenförmigen begleitet ward. Die Stöße erfolgten in entgegengesetzten Richtungen von Norden gegen Süden und von Osten nach Westen. Dieser Bewegung von unten nach oben und diesen sich durchkreüzenden Schwingungen vermochte nichts zu widerstehen. Die Stadt Caracas ward gänzlich zu Grunde gerichtet. Tausende ihrer Bewohner (zwischen neün- und zehntausend) fanden unter den Trümmern der Kirchen und Haüser ihr Grab. Noch hatte die Procession nicht angefangen; aber das Hinströmen zu den Kirchen war so groß, daß gegen drei- oder viertausend Personen unter dem Einsturz ihrer Gewölber erdrückt wurden. Die Kirchen der Dreifaltigkeit und Alta Gracia, die mehr als 150 Fuß Höhe hatten, und deren Gewölbe durch 12 bis 15 Fuß dicke Pfeiler getragen ward, lagen in einen Trümmerhaufen verwandelt, der nicht über 5 bis 6 Fuß Höhe hatte, und die Zermalmung des Schuttes war so beträchtlich, daß von den Pfeilern und Saülen fast keine Spur mehr kennbar geblieben ist. Die Kaserne, El Quartel de San Carlos genannt, die nördlich von der Dreifaltigkeitskirche am Wege nach dem Zollhause de la Pastora lag, ist fast gänzlich verschwunden. Ein Regiment Linientruppen stand darin unter den Waffen und sollte sich eben zur Procession begeben. Wenige Einzelne ausgenommen, ward es sämmtlich unter den Trümmern des großen Gebaüdes verschüttet. Neün Zehntheile der schönen Stadt Caracas wurden gänzlich zerstört. Die Haüser, welche nicht einstürzten, wie diejenigen der Straße San Juan beim Kapuziner-Hospitium, waren dermaßen zerrissen, daß sie nicht weiter bewohnt werden konnten. Etwas minder verheerend zeigten sich die Wirkungen des Erdbebens im südlichen und im westlichen Theile der Stadt, zwischen dem großen Platz und dem

Hohlweg von Caraguola. Hier blieb die Kathedralkirche, durch gewaltige Strebepfeiler unterstützt, aufrecht stehen.

Wenn die Zahl der Todten in der Stadt Caracas auf neün- bis zehntausend berechnet wird, so sind dabei die Unglücklichen noch nicht in Anschlag gebracht, welche schwer verwundet, nach Monaten erst, aus Mangel an Nahrung und Pflege umkamen. Die Nacht vom Donnerstag auf den Charfreitag bot den Anblick eines unsäglichen Jammers und Unglücks dar. Die dichte Staubwolke, welche sich über die Trümmer erhob und die Luft gleich einem Nebel verdunkelte, hatte sich zur Erde geschlagen. Die Erschütterungen hatten aufgehört, und die Nacht war so hell und ruhig, als je zuvor. Der fast volle Mond beleüchtete die abgerundeten Dome der Silla, und die Gestalt des Himmels bildete einen furchtbaren Abstich gegen die mit Trümmern und Leichen bedeckte Erde. Mütter trugen Kinderleichen im Arm, durch die Hoffnung getaüscht, sie wieder ins Leben zu rufen. Jammernde Familien durchzogen die Stadt, um einen Bruder, einen Gatten, einen Freünd zu suchen, dessen Schicksal unbekannt war, und den man im Gedränge verloren glauben konnte. Man drängte sich in den Straßen, die an den Trümmerreihen einzig noch kennbar waren.

Alles Unglück, das in den großen Katastrophen von Lissabon, Messina, Lima und Riobamba erlebt worden war, wiederholte sich an dem Schreckenstage des 26. März 1812. Die unter dem Schutt begrabenen Verwundeten riefen die Vorbeigehenden laut flehend um Hülfe an; es gelang, mehr als zweitausend hervorzuziehen. Nie hat wol das Mitleid sich rührender, man kann sagen sinnreich thätiger bezeigt, als in den Anstrengungen, welche gemacht wurden, um den Unglücklichen, deren Seufzer man hörte, Hülfe zu reichen. Es mangelte gänzlich an Werkzeügen zum Nachgraben und Wegraümen des Schuttes; man mußte sich der Hände bedienen, um die Lebenden hervorzugraben. Die Verwundeten sowol, als die aus den Hospitälern Geretteten wurden am Ufer des kleinen Flusses Guayra gelagert. Hier gewährte ihnen nur das Laub der Baüme ein Obdach. Die Betten, die Leinwand zum Verband der Wunden, chirurgische Werkzeüge, Arzneistoffe, alle Gegenstände ersten Bedürfnisses waren unter dem Schutt vergraben. In den ersten Tagen mangelte Alles, sogar Nahrungsmittel. Auch das Wasser war im Innern der Stadt selten geworden. Die Erdstöße hatten theils die Brunnenleitungen zerschlagen, theils waren durch das eingefallene Erdreich die Quellen verstopft. Um Wasser zu bekommen, mußte man an den Rio-Guayra hinabsteigen, der hoch stand und wo es an Gefäßen zum Schöpfen fehlte.

Eine den Todten noch zu leistende Pflicht ward gleichmäßig durch die Gottesfurcht und durch die Besorgniß der Ansteckung geboten. Bei der Unmöglichkeit, so viele Tausende halb unter dem Schutt befindlicher Leichen ordentlich zu begraben, wurden Kommissarien ernannt, die für ihr Verbrennen zu sorgen hatten. Scheiterhaufen wurden zwischen dem Schutte errichtet. — Diese Ceremonie dauerte mehrere Tage. — Mitten unter dem allgemeinen Jammer vollzog das Volk die religiösen Gebraüche, mit denen es am ehesten den Zorn des Himmels besänftigen zu können glaubte. Die einen stellten feierliche Umgänge an, bei denen Leichengesänge ertönten; andere, von Geistesverirrung befallen, beichteten laut mitten auf den Straßen. Es ereignete sich damals in dieser Stadt dasselbe, was auch nach dem schrecklichen Erdbeben vom 4. Februar 1797 in der Provinz Quito geschehen war; viele Ehen wurden zwischen Personen geschlossen, die seit langen Jahren ohne priesterlichen Segen zusammen gelebt hatten. Kinder bekamen jetzt Eltern, von denen sie bis dahin nie anerkannt waren; Rückerstattungen wurden von Leüten verheißen, die Niemand eines Diebstahls beschuldigt hatte; Familien, welche lange in Feindseligkeit gegen einander gelebt hatten, versöhnten sich im Gefühle des gemeinsamen Unglücks. Wenn dieses Gefühl jedoch bei den einen die Sitten milderte, und das Herz dem Mitleid öffnete, so geschah hinwieder auch bei andern das Gegentheil: sie wurden hartherziger und unmenschlicher. In großen Nöthen sieht man, daß gemeine Seelen weniger noch die Güte des Gemüthes, als seine Stärke beibehalten, denn es verhält sich mit dem Unglück wie mit dem Studium der Wissenschaften und mit der Betrachtung der Natur; sie üben nur auf eine geringe Zahl ihren wohlthätigen Einfluß aus, indem sie dem Gefühl mehr Wärme, dem Gedanken mehr Erhabenheit und dem Karakter mehr Wohlwollen verleihen.

So heftige Erdstöße, welche innerhalb einer Minute*) die Stadt Caracas zerstört haben, konnten nicht auf eine kleine Strecke des Festlandes beschränkt sein. Ihre Wirkungen dehnten sich über die Provinzen Venezuela, Varinas und Maracaibo längs der Küste, vorzüglich aber auch über das Gebirge im Innern des Landes aus. La Guayra, Mayquesia, Antimano, Baruta, la Vega, San Felipe und Merida wurden beinahe ganz zerstört. In La Guayra und Villa de San Felipe, unfern

*) Die Dauer des Erdbebens, das heißt, aller schwingenden und emporbebenden Bewegungen (undulaciony trepidacion), welche das schreckliche Ereigniß vom 26. März 1812 verursachten, ward von den einen auf 50″, von andern auf 1′ 12″ geschätzt.

der Kupferminen von Aroa, betrug die Zahl der Todten wenigstens vier- bis fünftausend. Es scheint das Erdbeben in der Richtung einer Linie, die sich von O.N.O. nach W.S.W., von Guayra und Caracas gegen die hohen Berge von Niquitao und Merida ausdehnt, am heftigsten gewesen zu sein. Im Königreich von Neü-Granada ward es von den Verzweigungen der hohen Sierra de Santa Marta *) bis nach Santa Fe de Bogota und Honda, an den Gestaden des Magdalenenflusses, in der Entfernung von 180 Meilen von Caracas verspürt. Es war überall stärker auf den Gneis- und Glimmerschiefer-Cordilleren oder unmittelbar am Fuß derselben, als in den Ebenen. In den Savanen von Varinas und Casanare war dieser Unterschied am fühlbarsten. Es läßt sich derselbe ziemlich leicht durch das System der Geologen erklären, welche annehmen, daß alle Ketten vulkanischer und nicht vulkanischer Berge zur Zeit ihrer Bildung wie durch Spalten emporgestiegen sind. In den zwischen Caracas und der Stadt San Felipe liegenden Theilen von Aragua wurden nur sehr schwache Erdstöße verspürt. La Victoria, Maracay, Valencia haben, der Nähe der Hauptstadt unerachtet, beinahe gar nicht gelitten.

Zu Vallecillo, wenige Meilen von Valencia, warf die zerrissene Erde eine solche Menge Wasser aus, daß sich ein neüer Strom bildete. Das Gleiche geschah auch in der Nähe von Porto-Cabello **). Hingegen hatte sich der See von Maracaibo bedeütend vermindert. In Coro verspürte man keinerlei Bewegung, obgleich die Stadt an der Küste und zwischen andern Städten liegt, die nicht unbeschädigt geblieben sind. Die Fischer, welche sich am 26. März auf der Insel Orchila, dreißig Meilen nordöstlich von Guayra und auf dem Lande befanden, verspürten keine Stöße. Es gründen sich diese Verschiedenheiten der Richtung und Fortpflanzung des Stoffes wahrscheinlich auf die besondern Lagen und Verhältnisse der Steinschichten.

Nachdem wir die Wirkungen des Erdbebens auf der Westseite von Caracas bis zu den Schneegebirgen von Santa Marta und zum Plateau von Santa Fe de Bogota verfolgt haben, wollen wir nunmehr auch die der Hauptstadt östlich gelegene Landschaft ins Auge fassen. Die Erschütterungen waren ungemein heftig, jenseits von Caurimare im Thale von

---

*) Bis nach Villa de los Remedios und sogar bis nach Cartagena.

**) Man behauptet, auf den Bergen von Aroa sei der Boden unmittelbar nach den Erschütterungen mit einer ungemein feinen und weißen Erde bedeckt gewesen, die aus den Spalten herausgeworfen zu sein schien.

Cuyapa, wo sie sich bis zum Meridiane des Kap Codera ausdehnten; aüßerst merkwürdig aber ist es, daß sie sich an den Küsten von Nueva Barcelona, von Cumana und von Paria nur sehr schwach zeigten, obgleich diese eine Fortsetzung des Küstenlandes von la Guayra sind und von Alters her im Rufe stehen, öfteren unterirdischen Bewegungen ausgesetzt zu sein. Wäre die Annahme gestattet, es sei die gänzliche Zerstörung der vier Städte Caracas, la Guayra, San Felipe und Merida von einem vulkanischen Heerde ausgegangen, der unter der Insel St. Vincent, oder in ihrer Nähe liegt, so würde begreiflich, wie sich die Bewegung von Nordost nach Südwest*) ausdehnen konnte, auf einer Linie, welche ihre Richtung durch die kleinen Eilande von los Hermanos nimmt, nahe bei Blanquilla vorbei, ohne Berührung der Küsten von Araya, Cumana und Nueva Barcelona. Diese Fortpflanzung des Stoßes konnte sogar auch Statt finden, ohne daß die Erdoberfläche der zwischenliegenden Punkte, z. B. der Hermanos-Eilande, irgend eine Erschütterung verspürten. Wir sehen diese Erscheinung öfters in Mexiko und Peru, bei Erderschütterungen, welche seit Jahrhunderten eine bestimmte Richtung befolgen. Die Bewohner der Andes brauchen von einem Zwischenland, welches ohne Theilnahme an der allgemeinen Bewegung bleibt, den naiven Ausdruck: „Es bilde eine Brücke," als wollten sie dadurch andeüten, die Schwingungen pflanzen sich in sehr großer Tiefe unter einer trägen Felsenmasse fort.

Fünfzehn bis achtzehn Stunden nach dem schrecklichen Ereigniß blieb der Erdboden ruhig. Die Nacht, wie schon oben bemerkt worden ist, war still und heiter; erst nach dem 27. März erfolgten wieder neüe Stöße, die von einem unterirdischen, überaus heftigen und andauernden Donner begleitet waren. Die Bewohner von Caracas zerstreüten sich in der Umgegend; weil aber Dörfer und Meierhöfe gleichmäßig gelitten hatten, wie die Stadt, so konnten sie erst jenseits der Berge von los Teques, in den Thälern von Aragua und in den Llanos oder Savanen Obdach finden. Oft wurden an einem und demselben Tage bis an fünfzehn Schwingungen verspürt. Am 5. April erfolgte ein Erdbeben, das an Heftigkeit demjenigen wenig nachstand, welches die Hauptstadt zerstört hatte. Der Boden erlitt mehrere Stunden lang ununterbrochene Wellenbewegungen. Es erfolgten beträchtliche Bergstürze, und ungeheüre Felsmassen lösten sich von der Silla de Caracas ab. Man behauptete sogar (und diese Meinung ist jetzt noch allgemein im Lande verbreitet), die

*) Ungefähr auf einer Linie in der Richtung S. 64° W.

beiden abgerundeten Spitzen der Silla hätten sich um 50 bis 60′ gesenkt. Diese Behauptung gründet sich aber auf keinerlei Messung. So bildet man sich auch in der Provinz Quito bei jeder Erschütterung ein, der Vulkan Tunguragua sei niedriger geworden.

In mehreren, bei Gelegenheit der Zerstörung von Caracas bekannt gemachten Nachrichten ward behauptet: — „Der Berg der Silla sei ein erloschener Vulkan, man finde auf dem Wege von la Guayra nach Caracas viele vulkanische Substanzen, die Felsen böten keine regelmäßige Schichtung dar, und sie trügen alle das Gepräge des Feüers an sich.“ Man hat sogar hinzugesetzt: — „Es hätten Hr. Bonpland und ich zwölf Jahre vor der großen Katastrophe, zufolge unserer mineralogischen und physikalischen Untersuchungen, die Silla als eine gefährliche Nachbarschaft für die Stadt angesehen, weil dieser Berg viel Schwefel enthalte und die Erschütterungen von der Nordostseite herkommen müßten.“ Es geschieht ziemlich selten, daß Naturforscher sich wegen einer in Erfüllung gegangenen Vorhersagung rechtfertigen müssen, allein ich halte es für Pflicht, irrige Meinungen zu bestreiten, welche über die örtlichen Ursachen der Erdbeben allzuleichten Eingang finden.

Überall, wo der Boden ganze Monate lang in steter Bewegung bleibt, wie auf Jamaika im Jahre 1693, zu Lissabon im Jahre 1755, zu Cumana im Jahre 1766, in Piemont im Jahre 1808, erwartet man den bevorstehenden Ausbruch eines Vulkans. Man vergißt, daß der wirksame Heerd, oder der Mittelpunkt fern von der Erdoberfläche gesucht werden muß; daß, zuverlässigen Angaben nach, die Schwingungen, fast in dem nämlichen Augenblicke, sich auf tausend Meilen weit, über Meere von ungeheürer Tiefe, fortpflanzen; daß die größten Verwüstungen nicht am Fuße thätiger Vulkane, sondern in Bergketten, die aus den ungleichartigsten Steinarten bestehen, Statt finden. In der Gegend von Caracas finden sich Gneis und Glimmerschiefer, welche Lager von Urkalkstein umschließen. Die Schichten sind weder mehr gebrochen, noch unregelmäßiger geneigt, als bei Freiberg in Sachsen, und allenthalben, wo das Urgebirge sich schnell zu großer Höhe erhebt; ich habe daselbst weder Basalt noch Dolerit gefunden, nicht einmal Trachyte oder Trapp-Porphyre, überhaupt keine Spur von einem erloschenen Vulkane, es wäre denn, daß man die im Gneis vorkommenden primitiven Grünsteine als Spalten ausfüllende Lavamassen betrachten wollte. Es ist dieser Grünstein von gleicher Art mit dem in Böhmen, Sachsen und Franken vorkommenden, und wie auch immer die Meinung sein möge, welche man über die vormaligen Ursachen der Oxydation der Erdoberfläche gefaßt hat, so wird

man doch nicht, wie ich glaube, alle Urgebirge, welche Gemenge von Hornblende und körnigem Feldspath, sei es in Gängen oder in Kugeln, mit koncentrischen Schichten enthalten, vulkanisches Gebiet nennen.

Nie konnte es mir in den Sinn kommen, auszusprechen, es seien die Silla und der Cerro d'Avila, Berge, die aus Gneis und Glimmerschiefer bestehen, eine gefährliche Nachbarschaft für die Hauptstadt, weil sie in untergeordneten Lagern des Urkalksteins vielen Schwefelkies enthalten; wol aber erinnere ich mich, während meines Aufenthalts in Caracas gesagt zu haben, es scheine sich das östliche Ende der Terra-Firma seit dem großen Erdbeben von Quito in einem aufgeregten Zustande zu befinden, der befürchten ließe, daß die Provinz Venezuela nach einiger Zeit ebenfalls gewaltsame Erschütterungen erleiden möchte. Ich setzte hinzu, wenn eine Landschaft lange Zeit Erdstößen ausgesetzt gewesen, so scheinen sich neüe unterirdische Verbindungen mit den Nachbarländern zu öffnen, und die in der Richtung der Silla nordöstlich von der Stadt gelegenen Vulkane der Antillen seien vielleicht Luftlöcher, wodurch zur Zeit der Eruptionen die elastischen Flüssigkeiten, welche die Erdbeben auf den Küsten des Festlandes verursachen, ihren Ausgang nehmen. Es ist aber ein großer Unterschied zwischen diesen, auf Kenntniß der Örtlichkeiten und bloße Analogien gegründeten Vermuthungen und einer durch den Gang der Naturereignisse gerechtfertigten Vorhersagung.

Während gleichzeitig im Thale des Mississippi, auf der Insel St. Vincent und in der Provinz Venezuela jene heftigen Erdstöße erfolgten, ward man am 30. April 1812 zu Caracas, zu Calabozo, das mitten in den Steppen liegt, und an den Ufern des Rio Apure, in einer Ausdehnung von 4000 Geviertmeilen, durch ein unterirdisches Getöse erschreckt, das den wiederholten Salven von Feüerschlünden des größten Kalibers glich. Dies Getöse fing um zwei Uhr Morgens an. Es war von keinen Stößen begleitet und, was sehr bemerkenswerth ist, an der Küste gerade eben so stark, als fünfzig Meilen weit im Innern des Landes. Allenthalben glaubte man, das Getöse werde durch die Luft übertragen, und man war so weit entfernt, seine unterirdische Natur zu erkennen, daß in Caracas, wie in Calabozo, militairische Maaßregeln getroffen wurden, um den Ort gegen einen, wie es schien, mit grobem Geschütz anrückenden Feind zu vertheidigen. Hr. Palacio hörte beim Übergang über den Rio Apure unterhalb von Orivarte, unfern vom Zusammenflusse mit dem Rio Nula aus dem Munde der Ingebornen, „die Kanonenschüsse" seien eben so deütlich am westlichen Ende der Provinz Varinas, als im Hafen von Guayra, auf der Nordseite der Küstenkette gehört worden.

Der Tag, an dem die Bewohner der Terra Firma durch ein unterirdisches Getöse erschreckt wurden, war der nämliche, an welchem der große Ausbruch des Vulkans der Insel St. Vincent Statt hatte. Dieser, nahe an 500' hohe Berg, hatte seit dem Jahre 1718 keine Lava ausgeworfen. Kaum bemerkte man einigen Rauch aufsteigen, als im Mai 1811 öftere Stöße verkündigten, das vulkanische Feüer habe sich entweder neü entzündet, oder diesem Theil der Antillen zugewandt. Die erste Eruption erfolgte nicht eher als am 27. April 1812 um Mittag. Es war nur ein Auswurf von Asche, aber mit einem entsetzlichen Krachen begleitet. Am 30. geschah der Abfluß der Lava, die nach vier Stunden das Meer erreichte. Das Getöse des Ausbruchs glich „den abwechselnden Salven schweren Geschützes und Musketenfeüers, und, was sehr bemerkenswerth ist, man fand dasselbe auf offener See, in großer Entfernung von der Insel stärker, als im Angesicht des Landes, ganz nahe beim brennenden Vulkan.

Die Entfernung des Vulkans von St. Vincent vom Rio Apure, nächst der Ausmündung des Nula, beträgt 210 Meilen (20 auf einen Grad); der Ausbruch ward demnach in einer Entfernung gehört, welche derjenigen des Vesuvs von Paris gleich kommt. Diese Erscheinung, der sich eine Menge andere, in der Cordillere der Andes beobachtete Thatsachen anschließen, beweist, wie viel ausgedehnter die unterirdische Thätigkeit eines Vulkans ist, als man, den kleinen auf der Erdoberfläche bewirkten Veränderungen nach, zu glauben versucht sein sollte. Die Detonationen, welche in der neüen Welt ganze Tage lang auf 80, 100 und bis auf 200 Meilen von einem Krater entfernt, gehört werden, gelangen nicht durch Fortpflanzung des Tons in der Luft zu uns; das Getöse theilt sich durch die Erde mit, vielleicht an der Stelle selbst, wo wir uns befinden. Würden die Ausbrüche des Vulkans von St. Vincent, des Cotopaxi oder des Tunguragua so weit hin ertönen, wie ein Feüerschund von ungeheüerm Umfange, so müßte die Stärke des Donners im umgekehrten Verhältniß der Entfernung wahrgenommen werden; die Erfahrung zeigt aber, daß dies nicht der Fall ist. Noch mehr: — Auf der Südsee, während der Überfahrt von Guayaquil nach den Küsten von Mexiko, kamen Hr. Bonpland und ich auf Stellen, wo unsere sämmtlichen Matrosen von einem dumpfen, aus der Tiefe des Oceans aufsteigenden und durch das Wasser uns mitgetheilten Getöse erschreckt wurden. Es geschah dies zur Zeit eines kleinen Ausbruchs des Cotopaxi, und wir waren von diesem Vulkan eben so weit entfernt, als die Entfernung Neapels vom Etna beträgt. Man rechnet nicht weniger als

145 Meilen *) vom Vulkan des Cotopaxi bis zu der am Ufer des Magdalenenstroms liegenden kleinen Stadt Honda; dessen ungeachtet hörte man zur Zeit der heftigen Ausbrüche dieses Vulkans im Jahre 1744 in Honda ein unterirdisches Getöse, das für Salven aus grobem Geschütz gehalten ward. Die Franziskanermönche breiteten die Nachricht aus, Cartagena werde von den Briten belagert und bombardirt, und es fand dieselbe bei den Bewohnern überall Eingang. Der Vulkan von Cotopaxi ist aber ein Kegel, welcher mehr denn 1800' über dem Becken von Honda emporsteht: er sondert sich von einem Plateau ab, dessen Erhöhung über dem Magdalenenthal noch 1500' beträgt. Zwischen inne stehen die sämmtlichen kolossalen Berge, so wie die vielfachen Thäler und Schluchten von Quito, von der Provinz de los Pastos und von Popayan. Es läßt sich nicht denken, daß unter diesen Umständen das Getöse durch die Luft, oder durch die Schichten der Erdoberfläche sich fortgepflanzt und von dem Punkt hergekommen sei, wo der Kegel und der Krater des Cotopaxi stehen. Es ist vielmehr wahrscheinlich, daß der erhabene Theil von Quito und der benachbarten Cordilleren keinesweges aus einer Gruppe vereinzelter Vulkane besteht, sondern daß diese eine gemeinsame, gewölbte Masse bilden, eine mächtige vulkanische Mauer, die von Süden nach Norden ausgedehnt, einen Gebirgskamm von nahe an 600 Geviertmeilen Oberfläche darbietet. Der Cotopaxi, der Tunguragua, der Antisana, der Pichincha befinden sich über diesem Gewölbe und stehen sämmtlich auf dem unterhöhlten Boden. Sie führen ungleiche Namen, wenn sie schon nur verschiedene Erhöhungen einer gemeinsamen vulkanischen Grundmauer sind. Das Feüer nimmt seinen Ausgang bald durch den einen, bald durch den andern jener Gipfel. Die geschlossenen Krater erscheinen uns als ausgelöschte Vulkane; es ist jedoch wahrscheinlich, daß, wenn gleich der Cotopaxi oder der Tunguragua während eines Jahrhunderts nur einen oder zwei Ausbrüche machen, das Feüer darum nicht desto minder unter der Stadt Quito, unter Pichincha und Imbambaru sich in einer beständigen Wirksamkeit befindet.

Weiter nordwärts erblicken wir, zwischen dem Vulkan von Cotopaxi und der Stadt Honda, zwei andere vulkanische Bergsysteme, diejenigen von Los Pastos und von Popayan. Die Verbindung dieser Systeme hat sich in den Anden auf eine ganz unzweideütige Weise zu Tage gelegt. Eine dichte Rauchsaüle war seit dem November 1736 dem Vulkan von Pasto entstiegen, welcher westlich der gleichnamigen Stadt in der Nähe des

*) Das ist die Entfernung des Vesuvs vom Montblanc.

Thals von Rio Guaytara liegt. Die Mündungen des Vulkans stehen seitwärts und befinden sich am westlichen Abhange; dennoch stieg die Rauchsaüle drei auf einander folgende Monate lang über den Bergkamm dergestalt empor, daß sie den Bewohnern der Stadt Pasto allezeit sichtbar blieb. Zu ihrem größten Erstaunen, so erzählten sie uns alle, sei am 4. Februar 1797 der Rauch plötzlich entschwunden, ohne daß irgend eine Erschütterung verspürt ward. Es geschah dies in dem Augenblick, wo 65 Meilen südwärts, zwischen dem Chimborazo, dem Tunguragua und dem Altar (Capac-Urcu) die Stadt Riobamba durch eins der verderblichsten Erdbeben, deren die Geschichte Erwähnung thut, zerstört ward. Wie ließe sich's bei diesem Zusammentreffen der Erscheinungen bezweifeln, daß die aus den kleinen Mündungen oder Ventatillas des Vulkans von Pastos aufsteigenden Dünste mit dem Druck der elastischen Flüssigkeiten zusammenhangen, die den Boden von Quito erschüttert und in wenig Augenblicken dreißig- bis vierzigtausend Menschen den Untergang gebracht haben?

Um die mächtigen Wirkungen der vulkanischen Reaktionen zu erklären, um darzuthun, daß die Gruppe oder das System der Antillen-Vulkane von Zeit zu Zeit das Festland zu erschüttern vermag, mußte ich der Andeskette Erwähnung thun. Geologische Muthmaßungen mögen nur durch Analogie neüer und demnach unzweideütig bewährter Thatsachen unterstützt werden; und in welcher andern Gegend der Erde ließen sich vulkanische Erscheinungen wahrnehmen, die zugleich größer und manchfaltiger wären, als in dieser durchs Feüer emporgehobenen doppelten Bergkette, in diesem Lande, wo die Natur über jeden Berggipfel und jedes Thal die Fülle ihrer Wunder ergossen hat? Betrachtet man einen flammenden Krater als eine isolirende Erscheinung, zieht man allein nur die Masse seiner ausgeworfenen steinartigen Erzeügnisse in Betrachtung, so kann uns die vulkanische Wirksamkeit an der gegenwärtigen Oberfläche der Erde weder sehr mächtig noch sehr ausgedehnt erscheinen. Allein die Vorstellung des Bildes dieser Wirksamkeit vergrößert sich nach Maßgabe, wie wir die Verhältnisse erforschen, welche die Vulkane einer gemeinsamen Gruppe unter einander verbinden, z. B. diejenigen von Neapel und Sicilien, jene der Canarischen Inseln, der Azoren, der kleinen Antillen, die Vulkane von Mexiko, von Guatemala und vom Plateau von Quito; nach Maßgabe, wie wir einerseits die gegenseitigen Rückwirkungen dieser vulkanischen Systeme auf einander, und andererseits die Entfernungen würdigen, in denen sie durch unterirdische Verbindungen gleichzeitig die Erde in Bewegung setzen. Das Studium der Vulkane zerfällt in zwei

Abtheilungen. Die eine, rein mineralogische, hat die Untersuchung der Steinlager und Steinarten zum Gegenstande, welche das Feüer erzeügt oder verändert, von der Bildung der Trachyte oder Trapp-Porphyre, der Basalte, Phonolite und Dolerite, bis herab zu den jüngsten Laven. Die andere, weniger zugängliche und bis dahin vernachlässigtere Abtheilung begreift die physikalischen Verhältnisse, welche die Vulkane unter einander verbinden; den Einfluß, welchen ein vulkanisches System auf das andere ausübt; den Zusammenhang, welcher sich zwischen den feüerspeienden Bergen und den Stößen offenbart, die auf große Entfernungen hin, und lange anhaltend in gleicher Richtung die Erde erschüttern. Es kann diese letztere nicht eher bedeütende Fortschritte machen, bis man sorgfältige und genaue Angaben besitzen wird, von den verschiedenen Epochen gleichzeitiger Wirksamkeit, Richtung, Ausdehnung und Stärke der Erschütterungen, von ihrem allmäligen Vorschreiten in vorhin durch sie unberührt gebliebenen Gegenden, von dem Zusammentreffen eines entfernten vulkanischen Ausbruchs mit dem unterirdischen Getöse, welches die Bewohner der Anden um seiner Stärke willen auf eine ausdrucksvolle Weise mit dem Namen des unterirdischen Gebrülls und Donners (Bramidos y truenos subterraneos) belegt haben. Alle diese Angaben gehören in das Gebiet der Naturgeschichte, einer Wissenschaft, der nicht einmal ihre Name gesichert geblieben ist und die, wie alle Geschichte, von Zeiten ausgeht, welche uns fabelhaft vorkommen und von Katastrophen, deren Gewalt und Größe unsere Phantasie nicht zu erreichen vermag.

Man hat sich lange Zeit darauf beschränkt, die Geschichte der Natur mittelst alter in der Erde vergrabener Denkmäler zu studiren; wenn aber auch gleich der enge Kreis, worauf zuverlässige Überlieferungen beschränkt sind, so allgemeine Umwälzungen nicht darbietet, wie jene sind, welche die Cordilleren emporhoben und Myriaden pelagischer Geschöpfe in die Erde versenkten, so bietet die vor unsern Augen wirksame Natur darum nichts desto weniger solche tumultuarische, obschon nur partielle Veränderungen dar, deren Erforschung auch die entferntesten Zeitraüme zu beleüchten vermag. Im Innern des Erdballs thronen jene geheimnißvollen Kräfte, deren Wirkungen sich auf der Oberfläche kund machen; durch die Erzeügung von Dünsten, von glühenden Schlacken, von neüen vulkanischen Steinarten und Thermalquellen, durch emporsteigende Inseln und Berge, durch Erschütterungen, die sich mit der Schnelligkeit des elektrischen Schlages fortpflanzen, und endlich jene unterirdische Donner, welche ganze Monate lang und ohne Erschütterung des Erdbodens in Gegenden, die von den thätigen Vulkanen sehr weit entfernt sind, gehört werden.

Nach Maßgabe, wie die Äquinoctialländer Amerika's in ihrer Bevölkerung und Kultur Fortschritte machen, und wie die Vulkan-Systeme des mexikanischen Central-Plateaus, der kleinen Antillen, von Popayan, von los Pastos und von Quito fleißiger beobachtet werden, wird auch der Zusammenhang der Ausbrüche und der Erdbeben, welche ihnen vorausgehen und sie zuweilen begleiten, allgemeiner anerkannt werden. Die vorhin genannten Vulkane, vorzüglich die der Andeskette, welche die gewaltige Höhe von 2500' übersteigen, bieten der Beobachtung große Vortheile dar. Die Epochen ihrer Ausbrüche sind sehr ausgezeichnet. Sie bleiben dreißig bis vierzig Jahre unthätig, ohne Schlacken, Asche, oder auch nur Dünste auszustoßen. In dieser Zwischenzeit bemerkte ich keine Spur von Rauch über dem Gipfel des Tunguragua und des Cotopaxi. Eine dem Krater des Vesuvs entsteigende Rauchwolke mag kaum die Aufmerksamkeit der Bewohner Neapels erregen; sie sind an die Bewegungen dieses kleinen Vulkans gewöhnt, welcher zuweilen zwei bis drei Jahre anhaltend Schlacken auswirft. Es hält alsdann schwer, zu entscheiden, ob der Schlackenauswurf im Zeitpunkt eines in den Apenninen verspürten Erdbebens beträchtlicher war. Auf dem Rücken der Cordilleren gewinnt alles eine entschiedenere Ansicht. Auf einen Aschenauswurf, der nur einige Minuten dauert, folgt öfters eine zehnjährige Ruhe. Bei solchen Umständen hält es nicht schwer, Epochen zu bezeichnen und das Zusammentreffen von Erscheinungen anzuerkennen.

Wofern, wie sich in der That nicht daran zweifeln läßt, die Zerstörung von Cumana im Jahre 1797 und diejenige von Caracas im Jahre 1812, den Einfluß der Vulkane der kleinen Antillen *) auf die

*) Die Reihenfolge der Erscheinungen ist folgende: —

27. September	1796.	Ausbruch auf den kleinen Antillen (Vulkan v. Guadeloupe).
November	1796.	Der Vulkan von Pasto fängt zu rauchen an.
14. December	1796.	Zerstörung von Cumana.
4. Februar	1797.	Zerstörung von Riobamba.
30. Januar	1811.	Erscheinung der Insel Sabrina bei den Azoren. Sie vergrößert sich insonderheit am 15. Juni desselben Jahres.
Mai	1811.	Anfang der Erdbeben auf der Insel St. Vincent, die bis zum Mai des folgenden Jahres dauern.
16. December	1811.	Anfang der Erschütterungen im Thal des Mississippi und des Ohio, die bis zum Jahre 1813 dauerten.
December	1811.	Erdbeben in Caracas.
26. März	1812.	Zerstörung dieser Stadt. Erdbeben, die bis ins Jahr 1813 dauerten.
30. April	1813.	Eruption des Vulkans von St. Vincent, und an demselben Tage unterirdisches Getöse in Caracas und an den Ufern des Apure.

Erschütterungen der Küsten des Festlandes darthun, so mag ein kurzer Überblick dieses mittelländischen Archipelagus wol nicht an seiner unrechten Stelle sein. Die vulkanischen Inseln bilden den fünften Theil des Bogens, welcher sich von der Küste von Paria bis zur Halbinsel Florida erstreckt. Vermöge ihrer Ausdehnung von Süden nach Norden schließen sie auf der Ostseite dieses Binnenmeer, während die großen Antillen gleichsam die Trümmer einer Gruppe von Bergen primitiver Formation bilden, deren höchster Theil sich zwischen dem Kap Abacou, dem Kap Morant und den Kupferbergen an der Stelle befunden zu haben scheint, wo die Inseln St. Domingo, Cuba und Jamaika einander am nächsten stehen. Betrachtet man das atlantische Wasserbecken als ein ungeheüres Thal *), welches die beiden Kontinente trennt, und worin von Lat. 20° S. bis 30° N. die vorspringenden Winkel (Brasilien und Senegambien), den einwärts gehenden Winkeln (der Golf von Guinea und das Antillen-Meer) entsprechen, so wird man auf die Vermuthung geleitet, dieses letztere Meer sei durch Strömungen ausgehöhlt worden, die, wie der gegenwärtige Äquatorialstrom, von Ost nach West gerichtet waren, und den Südküsten von Portorico, von St. Domingo und der Insel Cuba **) eine so einförmige Gestalt ertheilen. Diese ziemlich wahrscheinliche Voraussetzung eines pelagischen Einbruchs hat zwei andere Hypothesen über die Entstehung der kleinen Antillen hervorgerufen. Einige Geologen nehmen an, es stelle diese ununterbrochene Inselreihe, von Trinidad bis Florida, die Trümmer einer vormaligen Bergkette dar. Sie verbinden diese Kette entweder mit den Granitfelsen des französischen Guiana, oder mit den Kalkbergen von Paria. Andere, durch die Verschiedenheit der geognostischen Beschaffenheit des Urgebirgs der großen Antillen und der vulkanischen Kegel der kleinen Antillen geleitet, sehen diese letzteren als den Meeresgrunde entstiegen an.

Erinnert man sich der geraden Richtung, welche die vulkanischen Erhebungen meistentheils beobachten, wenn sie durch weithin verlängerte

---

*) Die Küsten der Alten Welt, zwischen Lat. 5° und 10° N. haben dieselbe Richtung (von S.O. nach N.W.) wie die Küsten von Amerika zwischen Lat. 8° S. und 10° N. Dagegen ist die Richtung von S.W. nach N.O. in Amerika zwischen Lat. 30° und 72°; in der Alten Welt zwischen Lat. 25° und 70° N. Das Thal ist am schmalsten (300 Meilen breit) zwischen dem Kap St. Roque und Sierra Leone. Folgt man gegen Norden den Küsten der Neüen Welt von ihrem pyramidalen Ende oder der Magelhaensstraße, so glaubt man die Wirkungen eines Impulses wahrzunehmen, der zuerst gegen N.O., dann gegen N.W. und zuletzt wieder gegen N.O. gerichtet war.

**) Zwischen dem Kap Mayzi und dem Kap Cruz.

Spalten geschehen, so sieht man, daß es schwer hält, nach der bloßen Lage des Kraters zu beurtheilen, ob die Vulkane vormals zur nämlichen Kette gehört haben, oder ob sie von jeher isolirt waren. Angenommen, der Ocean würde eine Eruption machen, entweder an dem östlichen Theil von Djava oder an den Cordilleren von Guatimala und Nicaragua, wo so viele feüerspeiende Berge eine zusammenhangende Reihe bilden, so würde diese Reihe in mehrere kleine Inseln zertheilt werden und vollkommen dem Archipelagus der kleinen Antillen gleichen. Auch hat die Vereinbarung von primitiven Formationen und vulkanischen Felsarten in einer nämlichen zusammenhangenden Bergkette nichts Befremdendes. Die Trachyte und Basalte von Popayan befinden sich durch die Glimmerschiefer von Almaguer vom Systeme der Quito-Vulkane abgesondert; wie die Quito-Vulkane ihrer Seits durch die Gneismassen des Condorasto und von Guasunto von den Trachyten des Assury getrennt sind. Es giebt keine wahrhafte Bergkette in der Richtung von Südost nach Nordwest, vom Oyapoc zu den Mündungen des Orinoco, und von der die kleinen Antillen als eine nördliche Verlängerung angesehen werden könnten. Die Granite von Guiana, so wie die Hornblendeschiefer in der Nähe von Angostura und an den Ufern des untern Orinoco gehören zu den Bergen von Pacaraimo und la Parime, die sich von West nach Ost *) ins Innere des Landes ziehen und nicht parallel mit der Küste zwischen den Mündungen des Amazonenstroms und des Orinoco laufen, allein, wenn auch am nordöstlichen Ende der Terra Firma keine Bergkette in gleicher Richtung mit dem Archipelagus der kleinen Antillen vorhanden ist, so folgt aus diesem einzigen Umstande noch keineswegs, daß die vulkanischen Berge des Archipelagus nicht ursprünglich dem Festlande und der Küstenkette von Caracas und Cumana angehört haben könnten.

Wenn ich hier die Einwürfe einiger berühmten Naturforscher bekämpfe, so ist meine Absicht doch keineswegs, eine vormalige Vereinbarung der sämmtlichen kleinen Antillen in Schutz zu nehmen. Ich bin eher geneigt, sie für Eilande anzusehen, welche durch's Feüer emporgehoben, in der Richtung von Süden nach Norden mit derjenigen Regelmäßigkeit gereihet wurden, von welcher uns so viele vulkanische Kegel in der Auvergne, in Mexiko und in Peru die auffallendsten Beispiele darbieten. Das Wenige, was uns bis jetzt von der geognostischen Beschaffenheit dieses Archipelagus bekannt ist, stellt ihn uns als demjenigen der

*) Von den Katarakten von Atures gegen den Rio Esquibo. Diese Pacaraimokette scheidet die Wasser des Rio Parime und die des Carony.

Azoren und der Canarischen Inseln sehr ähnlich dar. Die primitiven Formationen gehen daselbst nirgends zu Tage, und es finden sich nur, was unmittelbar den Vulkanen angehört, feldspathartige Laven, Dolerite, Basalte, Schlackenanhaüfungen, Bimssteine und Tuffe. Unter den Kalk-Formationen muß man die den vulkanischen Tuffen wesentlich untergeordneten, von denjenigen unterscheiden, welche das Werk der Madreporen und anderer Zoophyten zu sein scheinen. Die letzteren haben, nach der Vermuthung des Hrn. Moreau de Jonnes, Klippen vulkanischer Beschaffenheit zur Grundlage. Die Berge, welche Spuren mehr oder minder neüer Entzündungen darbieten, und deren einige fast 900' Höhe haben, stehen alle auf der westlichen Kante der kleinen Antillen. Jede dieser Inseln ist nicht auf ein Mal emporgehoben worden: die meisten scheinen aus isolirten Massen, welche sich allmälig vereinigten, gebildet worden zu sein. Die vulkanischen Substanzen wurden nicht von einer, sondern von mehreren Mündungen ausgeworfen; so daß oft eine Insel von geringem Umfange ein ganzes Vulkansystem, rein basaltischer Gegenden, und andere, die mit neüeren Laven bedeckt sind, umschließt. Die noch brennenden Vulkane sind die von St. Vincent, St. Lucie und Guadeloupe. Der erste hat in den Jahren 1718 und 1812 Lava ergossen; im zweiten wird durch die Verdichtung der aus den Spalten eines alten Kraters aufsteigenden Dämpfe fortwährend Schwefel gebildet. Der Vulkan von Guadeloupe hat seine letzte Eruption im Jahre 1797 gehabt *). Die Solfatara von St. Christoph brannte noch im Jahre 1692. Auf Martinique müssen der von den fünf Spitzen des Carbet umgürtete Krater, der Vauclin und der Berg Pelee als drei erloschene Vulkane betrachtet werden. Man hat daselbst oft die Wirkungen des Blitzes mit denen des unterirdischen Feüers verwechselt. Die angebliche Eruption vom 22. Januar 1792 ist durch keine zuverlässige Beobachtung bekräftigt worden. Es verhält sich mit den Vulkanen der kleinen Antillen wie mit denjenigen von Quito und Los Pastos. Mündungen, die mit dem unterirdischen Feüer weiter keine Verbindungen zu haben scheinen, stehen auf der nämlichen Linie mit den entflammenden Kratern und wechseln mit ihnen ab.

Der innigen Verhältnisse unerachtet, die sich zwischen der Wirksamkeit der Vulkane der kleinen Antillen und den Erdbeben der Terra Firma darstellen, geschieht es jedoch nicht selten, daß Erdstöße, welche man im vulkanischen Archipelagus verspürt, sich weder auf die Insel Trinidad,

*) Nach von Hoff zeigten sich 1802 wieder Flammen auf dem Vulkan.

noch an die Küsten von Caracas und Cumana fortpflanzen. Dieser Umstand hat nichts Befremdendes. Auch in den kleinen Antillen selbst bleiben die Erschütterungen oft auf eine einzige Insel beschränkt. Der große Ausbruch des Vulkans von St. Vincent im Jahre 1812 verursachte kein Erdbeben auf Martinique und auf Guadeloupe, wol aber hörte man daselbst, wie in Venezuela, ein heftiges Knallen, während der Erdboden ruhig blieb.

Diese Detonationen, die mit dem Rollen nicht verwechselt werden dürfen, welches überall, auch den geringsten Erschütterungen vorangeht, lassen sich nicht selten an den Ufern des Orinoco und zwischen dem Rio Arauca und dem Cuchivero hören. In der Mission Cabruta war das unterirdische Getöse zuweilen dem Losfeüern von Steinböllern dermaßen gleich, daß man ein fernes Treffen zu hören glaubte. Am 21. Oktober 1766, dem Tage des furchtbaren Erdbebens, das die Provinz Neü-Andalusien verheerte, bewegte sich der Boden gleichmäßig in Cumana, in Caracas, in Maracaibo, an den Ufern des Casanare, des Meta, des Orinoco und des Ventuario. Der Pater Gili hat diese Bewegungen in einer völlig granitischen Gegend in der Mission von Encaramada, wo sie von heftigen Detonationen begleitet waren, beschrieben. Es erfolgten ansehnliche Bergstürze am Paurari, und in der Nähe des Felsen Aravacoto verschwand eine kleine Insel im Orinoco. Die wellenförmigen Bewegungen hielten eine ganze Stunde an. Es war gleichsam das erste Signal jener heftigen Erschütterungen, die länger als zehn Monate an den Küsten von Cumana und Caracas verspürt wurden. Man sollte glauben, zerstreüt in Wäldern lebende Menschen, die kein anderes Obdach haben, als aus Schilfrohr und Palmblättern verfertigte Hütten, würden sich vor den Erdbeben wenig fürchten. Allein die Indier vom Erevato und Caura erschrecken darüber, wie über eine ziemlich seltene Erscheinung, die auch den Waldthieren Schrecken einjagt und die Krokodile aus der Tiefe des Wassers an's Gestade hinaustreibt. Näher am Meere, wo die Stöße haüfiger vorkommen, fürchten sich die Bewohner vor denselben keinesweges, sondern sie erkennen darin vielmehr die Vorboten eines feüchten und fruchtbaren Jahres.

Folgendes ist die Reihe der Phänomene, welche die Nordküsten von Cumana, von Nueva Barcelona und von Caracas darbieten, und von denen man glaubt, sie dürften mit den Ursachen der Erdbeben und der Lavaergießungen in Verbindung stehen. Wir wollen am östlichen Ende mit der Insel Trinidad den Anfang machen, die eher dem Küstenlande als dem Bergsystem der Antillen anzugehören scheint.

Ein Asphalt auswerfender Schlund in der Bucht von Mayaro, auf der Ostküste der Insel Trinidad, südwärts der Spitze Guataro. Es ist dies die Mine von Chapapote, oder Mineraltheer des Landes. In den Monaten März und Juni sollen die Eruptionen häufig von starken Detonationen, von Rauch und Flammen begleitet sein. Fast unter demselben Parallel, ebenfalls im Meere, aber auf der Westseite der Insel (bei der Punta de la Brea, im Süden des Hafens von Naparaimo) findet sich ein ähnliches Zugloch. Auf der nahen Küste, in einem thonigen Boden, befindet sich der berühmte Asphalt-See (Laguna de la Brea), ein Sumpf, dessen Wasser die Temperatur der Atmosphäre besitzt. Die kleinen Kegel in der südwestlichen Ecke der Insel, zwischen der Spitze Icacos und dem Rio Erin, scheinen einige Ähnlichkeit mit den Luft- und Schlammvulkanen zu haben, welche ich zu Turbaco, in Neü-Granada, gefunden habe.

Die warmen Quellen von Irapa, an der Nordostecke von Neü-Andalusien, zwischen Rio Caribe, Sero und Yaguarapayo.

Der Luftvulkan oder Salce von Cumacatar, südwärts von San Jose und Corupano, nahe bei der Nordküste des Festlandes zwischen der Montana de Paria und der Stadt Coracio. Man hört beinahe ununterbrochen Detonationen in einem thonigten Boden, welcher Schwefel enthalten soll. Warme Schwefelquellen sprudeln aus dem Boden mit solcher Heftigkeit hervor, daß dieser durch den Stoß merklich erschüttert wird. Man behauptet, seit dem großen Erdbeben von 1797 auch öfters das Aufsteigen von Flammen gesehen zu haben.

Steinölquelle von Buen Pastor beim Rio Areo. Man hat in thonigem Boden bei Guayuta, wie im Thale von Bonifacio und in der Nähe des Zusammenflusses des Rio Pao mit dem Orinoco große Schwefelmassen gefunden.

Die Aguas Calientes, südwärts von Rio Azul und das hohle Erdreich von Cariaco, das zur Zeit der großen Erdbeben von Cumana Schwefelwasser und klebriges Steinöl ausgeworfen hat.

Die warmen Wasser im Golf von Cariaco.

Die Steinölquelle im nämlichen Golf, nahe bei Maniquarez. Sie quillt aus Glimmerschiefer.

Die Flammen, die der Erde entstiegen, in der Nähe von Cumana, an den Ufern des Manzanares und in Mariguitar am südlichen Gestade des Golfs von Cariaco, zur Zeit des Erdbebens von 1797.

Die feürigen Erscheinungen des Berges Cuchivano nahe bei Cumanacoa.

Die in einer Untiefe nordwärts der Coracasinseln entspringende Steinöl-

Quelle, deren Geruch den Schiffen die Gefahr einer Untiefe, welche nicht über eine Klafter Wasser hält, von weitem her ankündigt.

Die warmen Quellen des Berges Brigantin bei Nueva Barcelona, deren Temperatur 43°,2 C. beträgt.

Die warmen Quellen des Provisor, in der Nähe von San Diego, in der Provinz Nueva Barcelona.

Die warmen Quellen von Onoto, zwischen Turmero und Maracay, in den Thälern von Aragua, westlich von Caracas.

Die warmen Quellen von Mariara, in eben diesen Thälern, deren Temperatur 58°,9 beträgt.

Die warmen Quellen von las Trincheras, zwischen Porto-Cabello und Valencia, die aus dem Granit hervorkommen, gleich denen von Mariara, und einen warmen Fluß (Rio de aguas calientes) bilden. Die Temperatur ist 90°,4.

Die Siedequellen der Sierra Nevada de Merida.

Das Zugloch von Mena am Gestade des Maracaybosees; es speit Asphalt, und es entwickeln sich daraus (wie man versichert) Gasdämpfe, die sich von selbst entzünden und weit umher sichtbar werden.

Dies sind die Quellen von Bergöl und heißem Wasser, die feürigen Meteore, die mit Detonationen begleiteten Schlammauswürfe, welche mir in den ausgedehnten Provinzen von Venezuela auf einer Ausdehnung von 200 Meilen, von Osten gegen Westen, bekannt geworden sind. Es haben diese verschiedenen Erscheinungen die Phantasie der Inwohner seit den großen Katastrophen von 1797 und 1812 vielfach beschäftigt und beunruhigt, obgleich sie eigentlich nichts enthalten, was zu einem Vulkan, dem bisher gewohnten Sinne des Wortes nach, gehört. Wenn die Zuglöcher, welche mit Geprassel Dämpfe und Wasser auswerfen, bisweilen Volcancitos genannt werden, so geschieht dies von denjenigen Ingebornen, welche glauben, es müsse nothwendig Vulkane in einem Lande geben, welches so haüfigen Erdbeben ausgesetzt ist. Von dem brennenden Krater auf St. Vincent an findet sich südwärts, westwärts und südwestwärts über die Bergkette der kleinen Antillen zunächst, hernach über die Küstenkette von Cumana und Venezuela, und endlich über die Cordilleren von Neü-Granada, in einer Ausdehnung von 380 Meilen kein thätiger Vulkan bis zum Purace in der Nähe von Popayan. Dieser gänzliche Mangel an Öffnungen, durch welche geschmolzene Stoffe sich auf dem ostwärts der Andeskette und des Felsengebirges gelegenen Theile des Festlandes entleeren können, ist eine der merkwürdigsten geologischen Thatsachen.

Sechs und vierzigstes Kapitel.

Grundzüge der Geognosie.

Vor Werner's Zeiten war für die Bestimmung der Strukturen oder Gefüge, welche in der Erdkruste vorkommen, wenig geleistet worden. Mancher behauptete, daß überall Unregelmäßigkeit herrsche und es vergeblich sei, in den groben Felsmassen, aus denen Berge, Hügel und Ebenen bestehen, eine gewisse Ordnung oder Regelmäßigkeit aufzuspüren. Werner dagegen nahm, von allgemeiner Naturanschauung ausgehend, an, daß wenn bestimmte Gefüge und Anordnungen im Pflanzen- und im Thierreiche vorwalteten, dasselbe auch im Mineralreich Statt finden müsse, nicht allein in einfachen Mineralien, sondern auch in den großen und ganz allgemein verbreiteten Massen, aus denen die Erdkruste zusammengesetzt ist. Seine Untersuchungen bestätigten vollkommen die Wahrheit dieser Meinung, denn er fand die Mineralien eben so gut karakterisirt, als die Pflanzen und Thiere; und die nachstehenden Bemerkungen werden zeigen, daß unter den Gesteinen, oder denjenigen großen Massen, aus denen die Rinde des Erdkörpers besteht, eine schöne Aufeinanderfolge von Strukturverhältnissen besteht, von dem Gefüge der Handstücke bis zu den allgemeinen Ordnungen der großen Felsformationen. Wir wollen diese Strukturen in der nachstehenden Folge betrachten, indem wir mit der kleinsten anfangen und mit der größten endigen. Es lassen sich fünf verschiedene Strukturen aufstellen:

1) Struktur der Felsarten in Handstücken.
2) Struktur der Schichten und Lager.
3) Struktur der Formationen.
4) Gegenseitige Lagerung der Formationen.
5) Struktur der Gänge.

1) Die Struktur der Felsarten tritt in sechs Hauptarten auf, und diese sind: — 1. dicht; 2. schiefrig; 3. körnig; 4. porphyrähnlich; 5. mandelsteinig; und 6. konglomeratisch oder trümmerig.

In der dichten Struktur ist die Masse gleichförmig, ohne schiefrige oder irgend eine andere Anordnung; alle Theile der Masse stehen in einem so engen Zusammenhange und sind gewissermaßen so innig mit einander verschmolzen, daß sie ein Ganzes bilden. Wird sie zerbrochen, so zeigt sich der Bruch verschiedenartig, bald erdig, bald splittrig oder schneckenförmig, oder glatt rc. Der gemeine dichte Quarz giebt ein Beispiel von dieser Struktur.

Haben die Gesteine ein schiefriges Gefüge, so spalten sie sich leicht in dünne Platten oder Schichten, die aus übereinander liegenden Blättchen zusammengesetzt sind, wie es z. B. mit dem gewöhnlichen Dachschiefer der Fall ist.

Felsarten mit körniger Struktur bestehen aus krystallinischen Theilen, oder aus meist scharfkantigen und frischeckigen Körnern, die ohne Grundmasse, ohne Bindemittel, durch bloße krystallinische Zusammenhaüfung in und mit einander verwachsen sind.

Die Porphyr-Struktur besteht darin, daß in einer ununterbrochenen, dichten oder mehr oder weniger körnigen Hauptmasse Krystalle, gemeiniglich Feldspath oder Quarz, oder beide, wie beim Porphyr, liegen; während

Die Mandelstein-Struktur zwar auch aus einer Hauptmasse besteht, statt der eingelagerten Krystalle aber rundliche Raüme oder plattgedrückte Höhlungen enthält, die von Mineralien entweder ganz frei, oder damit halb oder ganz angefüllt sind.

Endlich haben wir die Konglomerat-Struktur, bei der in einer Grundmasse Bruchstücke von Felsarten enthalten sind.

2) Gefüge der Schichten und Lager. Wenn ein Berg oder Hügel aus tafelförmigen Massen einer und derselben Gebirgsart, z. B. Sandstein, besteht, die den ganzen Berg durchziehen, so sagt man, er sei geschichtet, und die einzelnen Platten werden Schichten genannt. Kommen unter diesen Schichten tafelförmige Massen von einem verschiedenen Gebirgsgestein vor, z. B. Kalkstein zwischen geschichtetem Sandstein, so nennt man diese Massen Lager. Schichten sowol als Lager haben verschiedene Stellung. Zuweilen sind sie flach oder horizontal, oder sie sind mehr oder weniger geneigt, bis daß sie vertikal werden, oder auf ihre Kanten zu stehen kommen. Hat eine Schicht eine bedeütende Stärke, so nennt man sie auch eine Bank. Wenn eine Schicht auf einer andern ruht und von einer dritten bedeckt wird, so heißt die zweite in Beziehung

auf die erste das Liegende und die dritte das Hangende. Die Neigung der Schichten heißt ihr Fallen und die Ausdehnung der Schichten in die Länge, nach einer bestimmten Weltgegend, das Streichen. Dieses ist aus jenem abzuleiten, denn die Streichungslinie steht senkrecht auf der Linie des Fallens. Das Streichen wird vermöge des bergmännischen Kompasses, das Fallen mittelst des Gradbogens gefunden; beide Werkzeüge sind in dem Klinometer vereinigt. Untersuchen wir das Gefüge einzelner Schichten und Lager, so zeigen sich mehrere Verschiedenheiten: so sind die Gesteine in einigen Lagern parallelepipedisch abgesondert, oder saülenförmig geordnet, wie im Basalt, oder plattenförmig, wie zuweilen beim Porphyr, oder sphäroidisch, oder massig gesondert.

3) Formationen. Der Begriff von Formation ist zuerst von Werner in's Klare gebracht worden. Seinen Ansichten über diesen wichtigen Gegenstand verdankt die Geologie ihren neüen Karakter, und die großen Fortschritte, welche in der Gebirgskunde seit den letzten vierzig Jahren gemacht worden sind. Alle Felsarten, die zu gleicher Zeit, unter gleichen oder ähnlichen Verhältnissen entstanden zu sein scheinen, und die ferner nach Stellung, Struktur, Masse, Versteinerungen, eingelagerten Mineralien &c. übereinstimmen, gehören zu einer und derselben Formation. Diese Formationen sind einfach oder zusammengesetzt: einfach, wenn sie, wie der Granit, aus einem einzigen Gestein bestehen; zusammengesetzt, wenn sie aus mehreren Felsarten gebildet sind, wie u. a. die Steinkohlenformation, welche Sandstein, Schieferthon, Kalkstein, Kohlen und Eisenstein enthält.

4) Lagerung der Formationen. Kommen zwei Formationen zusammen vor, und die eine ruht auf der andern, so heißt diese Formation die Unterlagernde und jene die Auf- oder Überlagernde. Die Linie, wo sich die beiden Gesteinsformationen treffen, wird die Trennungs- oder Verbindungs-Linie genannt. Laufen die Schichten der überlagernden Formation parallel mit den Schichten der unterlagernden Formation, so ist die Lagerung eine gleichförmige; findet kein Parallelismus Statt, so ist die Lagerung ungleichförmig oder abweichend; und bedeckt endlich die aufgelagerte Formation das Ausgehende der Schichten des unterliegenden Gesteins, so nennt man die Lagerung eine übergreifende. Wenn die Schichten eines auflagernden Gesteins die senkrecht gestellten Schichten des Unterlagers in Gestalt von Kreisbogen bedecken, so sagt man, sie seien sattelförmig; mantelförmig dagegen, wenn ein Auskeilen der untern Formation nach oben Statt findet und die Schichten der aufgelagerten Formation sich zu beiden Seiten dieses Keils, also in unterbrochenem

Kreisbogen, auflagern. Füllt eine auflagernde Formation eine Vertiefung in der Unterlage so aus, daß sie die geneigten Schichten derselben in gewundener oder wellenförmiger Schichtenstellung bedeckt, so entsteht eine muldenförmige Lagerung. In einem Berge, der aus neptunischen oder im Wasser niedergeschlagenen Felsarten zusammengesetzt ist, betrachtet man die am tiefsten liegenden Schichten als die älteste Bildung, so daß das relative Alter der verschiedenen Formationen nach ihrer Lagerungsfolge beurtheilt wird.

5) Gänge nennt man die tafelartig oder plattenförmig gebildeten Raüme, welche die Schichten und Lager eines Berges oder eines ganzen Bezirks, in welchem sie vorkommen, durchschneiden. Wie die Schichten haben sie verschiedene Stellung, indem sie bald senkrecht sind, bald nur eine geringe Neigung gegen den Horizont haben. In der Breite wechseln diese Gänge zwischen einem Zoll oder noch weniger und vielen Klaftern, in der Länge zwischen einigen Zoll und mehreren Meilen; und in der Mächtigkeit zeigen sie eine Verschiedenheit, welche von einem Paar Zoll bis zu einer unbekannten Tiefe reicht. Die Gänge scheinen ursprünglich offene Risse oder Spalten gewesen zu sein, die in Folge eines spätern Bildungsprozesses mit den Mineralien, die sie jetzt enthalten, d. i. mit der Gangart oder Gangmasse, angefüllt wurden.

Wir wenden uns zu einer kurzgefaßten Betrachtung der verschiedenen Klassen und Arten der Gesteine, aus denen die Erdrinde zusammengesetzt ist: —

Es gab eine Zeit, in welcher man allgemein glaubte, daß die Formationen aller Regelmäßigkeit in der Vertheilung und im individuellen Karakter beraubt seien. Als der erste, welcher dieser Ansicht entgegentrat, muß Lehmann genannt werden; er hat zuerst (1756) die Eintheilung der Gebirgsarten in primitive und sekundäre vorgetragen, indem er zu den erstern alle diejenigen rechnete, welche keine versteinerte organische Überreste enthalten, während er den sekundären Formationen diejenigen Felsarten zuzählte, die Versteinerungen oder fossile organische Reste einschließen. Die ersten, sagt er, kommen in stark geneigten Schichten, die andern in wagerechten Lagen vor. Werner karakterisirte diese zwei Klassen von Felsarten zuerst auf eine bestimmte Weise und fügte noch zwei andere hinzu, nämlich die Klassen der Übergangs- und der örtlichen Gebirge. Alle Felsarten, von den ältesten bis zu den jüngsten, wurden von Werner unter folgenden Namen und in folgender Ordnung zusammengefaßt:

1) Primitives oder Ur-Gebirge.
2) Übergangsgebirge.

3) Flötzgebirge.
4) Tertiäres Gebirge.
5) Alluvialgebirge.
6) Vulkanische Gebirgsbildungen.

Diese Klassifikation der Felsarten legen wir der geologischen Betrachtung der Erdrinde zum Grunde, indem wir sie jedoch, nach dem gegenwärtigen Zustande der Geognosie mehr oder minder modifiziren, und namentlich das vulkanische Gebirge nicht als eigene Klasse aufnehmen, so daß die Zahl der Klassen auf fünf beschränkt wird.

Erste Klasse.

Das Urgebirge.

Die Felsarten dieser Klasse liegen meistentheils unter denjenigen der folgenden Klassen. Sie karakterisiren die Landschaften, in welchen sie vorherrschen, durch rauhe, hohe Gebirge, die sich weit mehr erheben, als die Gebirge, welche aus den Felsarten der übrigen Klassen zusammengesetzt sind; überdem sind dort die Abhänge länger, die Thäler enger und tiefer und unebener als hier. Die Schichten der uranfänglichen Berge sind sehr oft stark geneigt, ein Umstand, welcher wesentlich dazu beiträgt, der Oberflächengestalt der primitiven Regionen den Karakter der Unebenheit und Schroffheit aufzudrücken. Überdem behaupten die Urgebirge in ihrer Schichtenstellung die überraschende Gleichförmigkeit der Richtung, auf welche in einem früheren Kapitel aufmerksam gemacht wurde.

Die Gesteine, aus welchen primitive Gebirge und Ebenen zusammengesetzt sind, zeigen durchaus krystallinische Natur und bieten Merkmale dar, welche ihre Bildung auf einen Zustand der Auflösung zurückführen. Diese Merkmale sind die Vermengung ihrer Bestandtheile an der Verbindungsfläche, ihr gegenseitiges Durchdringen, ihr bedeütender Glanz, ihre reinen Farben und die Durchsichtigkeit. So sind im Granit die Feldspath-, Quarz- und Glimmertheile ohne Bindemittel mit einander verbunden, und oft schießen Zweige der einen Masse in die andere und führen auf diese Weise eine wechselseitige Verflechtung herbei, wie man sie bei Körpern wahrnimmt, die gleichzeitig und im Zustande der Auflösung gebildet worden sind. Diese Karaktere zeigen, daß die Bestandtheile des Granits (und dasselbe läßt sich auf die Bestandtheile des Kalksteins, Gneises, Glimmerschiefers und der anderen Felsarten der Klasse der Urgebirge anwenden) krystallinischer Natur und zu gleicher Zeit entstanden sind. Die Schichtenstellung spricht ebenfalls für das krystallinische Gebilde. Uranfängliche Gebirgsarten enthalten keine organischen Überreste,

woraus man schließt, daß sie vorhanden waren, bevor Thiere und Pflanzen geschaffen wurden. Sehr reich sind sie dagegen an metallischen Mineralien, und bisher ist noch kein Metall gefunden worden, das nicht ausschließlich oder gelegentlich in dieser Klasse der Gebirgsgesteine vorkommt. Zinn, Wolfram und Molybdänglanz treten haüfiger in diesen Felsarten als in andern Lagen auf. Gold, Silber, Blei, Kupfer, Eisen, Kobalt, Zink, Manganerz, Arsenik und Quecksilber kommen entweder in Lagen, Gängen verbreitet, oder in verschiedenen Felsarten dieser Klasse eingebettet vor, und viele Bezirke, wo das Urgebirge vorherrschend ist, sind durch ihren Metallreichthum karakterisirt.

Die schönsten Erzeügnisse des Mineralreichs, die Edelsteine, liegen in großer Manchfaltigkeit in den primitiven Gebirgsarten. Hier finden sich die reinen und verschiedenartig gefärbten und krystallisirten Topase, Berylle, Bergkrystalle, Flußspathe und Kalkspathe; im Gneis, Granit und Glimmerschiefer die eingekeilten Krystalle und Körner des Saphirs, Chrysoliths und Granats, und in den Gängen des Granits, Thonschiefers und anderer primitiven Gebirgsarten der Smaragd, Axinit, Corund.

Die Felsarten, welche den primitiven Theil der Erdkruste ausmachen, sind: — 1. Granit. 2. Syenit. 3. Protogyn. 4. Trapp. 5. Serpentin. 6. Porphyr. 7. Gneis. 8. Glimmerschiefer. 9. Thonschiefer. 10. Quarzfels. 11. Kalkstein.

Von diesen Felsarten ist eine Reihe, welche aus gewissen Graniten, mit Trapp, Gneis, Glimmer- und Thonschiefer, Quarzfels und Kalkstein besteht, neptunischen Ursprungs, d. h. sie sind in einer Flüssigkeit, wahrscheinlich Wasser, niedergeschlagen oder abgesetzt worden; die andere Reihe, welche andere Granite, den Syenit, Protogyn, Porphyr, Serpentin und Diallage in sich schließt, nennt man die plutonische, weil ihre Felsarten wahrscheinlich in einer feürigen Auflösung gebildet und aus dem Innern der Erde hervorgehoben wurden. Jede dieser Reihen wollen wir in ihren einzelnen Bestandtheilen näher betrachten.

I. Neptunische Urgebirge.

1) Granit. Dieser in alle Spachen aufgenommene Name ist von granum, das Korn, entlehnt und bezieht sich auf die ausgezeichnet körnige Struktur dieser Felsart. Ihre Bestandtheile sind Feldspath, Quarz und Glimmer. Sie kommt in Lagen und eingeschlossenen Massen vor, auch in Gängen der Gneis-, Glimmerschiefer- und Thonschiefer-Formationen. Wegen seiner innigen Verbindung mit diesen Gebirgsarten hält man den Granit für eine neptunische Ablagerung. Hohe Granitberge, —

heißt es bei Hartmann, dem, und auch Keferstein, wir bei der Karakteristik der Oberflächengestalt der Formationen folgen, — hohe Granitberge zeigen in den Verhältnissen äußerer Gestaltung eine bewundrungswürdige Manchfaltigkeit. Sie sind meist schroff, die Gipfel spitz und zackig, die Wände senkrecht und nackt, die Gehänge tief gefurcht, die Thäler wild und eng. Minder erhabene Granitgebirge dagegen haben sanfte Umrisse; einzeln hervorragende Berge, deren Gipfel nicht selten abgeplattet sind, wechseln mit rundkuppigen Hügeln ꝛc., die Abhänge sind bauchig, die Thäler flach und weit. Seltener bildet der Granit niedrige Gegenden, Hochebenen und Steppen; er erreicht außerordentliche Höhen, scheint aber nicht so hoch als der Trachyt zu steigen. Im Granit ist die Schichtung selten; wo sie aber vorkommt, da erhalten die Schichten, aus Thalgründen betrachtet, nicht selten das Ansehen gewaltiger senkrechter Mauern, die stellenweise in vieleckige Massen zerspalten sind. Haüfig findet sich der Granit in unregelmäßige prismatische Pfeiler, in große Blöcke, und in pyramidale und tafelförmige Massen zertrümmert. Auf gangartigen Raümen findet man im Granit an metallischen Substanzen: Zinn, Eisen, Kupfer, Blei, Silber u. m. a. — Der Topasfels, ein Gemenge aus Topas, Quarz und Turmalin im körnig-schiefrigen Gefüge, ist nur als eine Abart des Granits zu betrachten.

2) Trapp. Unter diesem Namen begreift Jameson alle diejenigen körnigen Urgebirgsarten, in welchen die Hornblende der einzige oder vorwaltende Bestandtheil ist, daher synonym mit dem Hornblendegestein der deütschen Geognosten (körniges Hornblendegestein; Amphibolite grenue). Zuweilen kommt diese Felsart in Gestalt von Stufen einer Treppe vor, daher sie den Namen Trapp, vom schwedischen Wort Trappa, eine Treppe, führt. Das Hornblendegestein setzt einzelne, nicht selten flache Hügel zusammen und hervorragende, pyramidenförmig gestaltete Kuppen mit haüfig abgestumpften Gipfeln und steilen klippigen Abhängen.

3) Gneis oder Gneüs. Diese Felsart ist eine körnig-schiefrige Zusammensetzung von Feldspath, Glimmer und Quarz, und erhielt ihren Namen, der in alle eüropäische Sprachen übergegangen ist, von Werner, welcher ihn aus der deütschen Bergmannssprache entlehnte. Synonym sind: Schiefriger Granit, Gestellstein, Granite veiné, chisteux ou feuilleté. Die Umrisse der Gneisgebirge sind weniger scharf, minder bezeichnend, als die Umrisse granitischer Berge; es liegt mehr Einförmigkeit, mehr Offenheit in ihrem Karakter. Man vermißt das Gezackte, das Gespitzte der Gipfel, das Wilde; denn nur selten ragen steile Felsen hervor, höchstens ist der Kamm der Berge einer Mauer gleich gekerbt.

Die größeren, langgestreckten, zusammenhangenden Bergzüge des Gneises erscheinen wellenförmig, nur selten mit hervorragenden Kuppen und sind von Mulden zerschnitten. Die einzelnen Berge haben runde Rücken, und zwischen ihnen sind weite Becken mit stufenartigen Absätzen vorhanden. Kleinere Bergketten zeigen sich nur unbedeütend hoch; es sind mehr großmassige, rundliche Hügelzüge, flache Kuppen, geschieden durch wannenähnliche Vertiefungen; ein Wechsel von Hügeln und kleinen Ebenen. Der Gneis erhebt sich 1300′ bis 1400′ in den Alpen und Andes, höher kennt man ihn nicht. Erzreichthum ist ihm im Ganzen mehr eigen als dem Granit; in Ungarn ist er fast ohne Metalle, in Mexiko wenig erzreich, dagegen sehr reich in Sachsen, Böhmen, Frankreich, und besonders in Skandinavien.

4. Glimmerschiefer (Mica slate, Micaceous Schist, Micaschiste, Schiste micacé, Granitin) besteht aus Quarz und Glimmer, im schiefrigen Gefüge mit einander verbunden. Zu dieser Formation rechnet man den Talkschiefer (Talc slate), der auf kleinen Raümen vorkommt, während der Glimmerschiefer unabhängig eine große Verbreitung hat; und den Chloritschiefer, der nur selten als selbstständige Gebirgsart vorkommt; ferner den Dolomit ältester Bildung, aus kohlensaurem Kalk und kohlensaurem Talk bestehend, in körnigem Gefüge. Dem Glimmerschiefer fehlen die steilen, constants prallige Höhen und die tiefen Thäler granitischer Hochgebirge. Er setzt meistentheils große Bergebenen zusammen mit sanften, wellenförmigen Erhöhungen. In den Umrissen der Berge, die oft von unregelmäßiger Pyramidenform und durch weitgedehnte Grundflächen ausgezeichnet sind, hat das Gestein in der Physiognomie viel Ähnlichkeit mit Gneis, noch mehr aber mit dem gleich zu erwähnenden Thonschiefer. Zwischen den gerundeten Berggipfeln herrscht viel Zusammenhang, und die Höhenzüge sind nur durch niedrige Pässe in Gruppen geschieden. Jede Gruppe wird in der Regel durch einen Gipfel beherrscht, und nicht leicht steigen zwei einander benachbarte Gipfel zu derselben Höhe empor. Die ganzen Gebirge senken sich sehr sanft in flache Thäler. Die Abhänge, meist terrassenartig und von vielen Schluchten durchschnitten, haben nur wenig Klippen, die aus dem, den Glimmerschiefer bedeckenden, jüngern Gestein in rundlichen Kuppen hervorragen; Felsen mit jähen Abstürzen und senkrechten Wänden sind selten. Der Glimmerschiefer steigt in den Alpen bis zu einer Höhe von 2300′. Er ist reich an Metallen, die besonders in Lagern vorkommen; nächst Eisen viel Silber, Kupfer u. s. w. —

5) Thonschiefer (Clay slate, Phyllade, Schiste argileux). Diese

Felsart von schiefriger Struktur bildet ein inniges Gemenge von Glimmer, Quarz, Feldspath und Talk und besteht oft ganz allein aus ganz kleinen Glimmerblättchen. Der Thonschiefer, welcher bei wagerechter Schichtung weit ausgedehnte Ebenen und Plateaux bildet, setzt, aus Tiefen und mitunter zu beträchtlicher Höhe aufsteigend, wellenförmige, Kugelschnitten ähnliche Berge zusammen. Die Rücken sind gedehnt, sanft gerundet, oft sehr flach; sie tragen nur wenige Kuppen, und auch diese haben rundliche Gestalten, sanfte Abhänge und sind durchaus ohne Felsenspitzen. Nur da, wo tiefe Thäler die Berge durchschneiden, oder wo das Gestein von Flußufern zu ansehnlicher Höhe aufsteigt, findet Felsenbildung Statt; hier sieht man hohe, steile, senkrechte, seltsam geschichtete Wände, zersplittert, klippig und besetzt mit wilden, kahlen, zackigen Massen, die vom Rande der Schlünde theils absatzweise niedersteigen, theils drohend überhangen. Auch aus Schluchten ragen einzelne, schroffe Felsen hervor. In Amerika steigt diese Gebirgsart bis 2000' Höhe; dort ist ihr Erzreichthum außerordentlich; die reichen Goldgruben von Guanaxuato, in Mexico, liegen in Quarzgängen des Thonschiefers; ebenso in Brasilien.

6) Quarzfels (Urquarzgestein, Quartz Rock, Quarz en roche, Quarzit, Q. grenu), ein Gestein, welches fast ausschließlich aus Quarz, entweder in körnigen Massen oder in dichter Form besteht, doch auch nicht selten Feldspathkörner und Glimmerblättchen enthält. Nimmt der Feldspath allmälig zu, so geht das Gemenge zuletzt in Granit über; gewinnen dagegen die Glimmerblättchen die Oberhand, während der Feldspath verschwindet, so wird Glimmerschiefer gebildet. Für dieses Gestein, welches da, wo es zu Tage geht, theils einzelne Kuppen, namentlich auf den Gebirgskämmen, theils ganze Rücken zusammensetzt, ist die spitze Kegelform seiner Berge und Kuppen, das Gezackte und Zerrissene der Felsgestalten sehr bezeichnend, nicht minder auch das Weiße seiner Farbe, wodurch es schon aus weiter Ferne kenntlich wird. Auch diese Formation zeichnet sich durch ihren Metallreichthum aus, der sich namentlich auf Eisen und Gold bezieht. Zu ihr gehört der Itakolumit, welcher in großen Massen in Brasilien vorkommt und aus Quarz, Talk oder Chloritschiefer besteht.

7) Körniger Kalk (Urkalkstein, Cararischer Marmor; Primitive Limestone, Saline Marble, M. of Paros, M. of Carara, Statuary Marble; Calcaire primitif, Marbre blanc, M. statuaire). Dieses Gestein hat meistens eine weiße oder graue Farbe, besteht aus glänzenden Körnermassen und ist mehr oder weniger durchscheinend. Es enthält oft Glimmerblättchen und Quarzkörner, selten dagegen oder niemals Feld-

spath-Körner und Krystalle. Der körnige Kalk, aus Thälern sich erhebend, steigt nicht selten zu ansehnlicher Höhe auf, namentlich gehören manche der größten Alpenhöhen diesem Gestein an; seine Berge, deren Gipfel oft, wegen des leüchtenden Weißen ihrer Spitzen, schon aus weiter Ferne erblickt werden können, sind durch schroffe Umrisse ausgezeichnet und auf den Abhängen mit steilen, klippigen, kahlen Felswänden besetzt. — Der körnige Kalkstein ist der Marmor der Bildhauer und Steinmetzen, welche insbesondere die weiße und einfarbige Varietät zu Bildhauerarbeiten benutzen (daher Statuen-Marmor), die buntfarbige, gefleckte und geaderte, den Architekturmarmor, aber zu architektonischen Zwecken wählen. Die Verbreitung dieser Felsart ist zwar sehr allgemein, doch ist insbesondere Carrara die Heimath des geschätztesten Statuen-Marmors für die eüropäischen Künstler. Die Formation des körnigen Kalksteins ist nicht reich an Metallen.

II. Plutonisches Urgebirge.

1) Granit. Die Struktur und Zusammensetzung des auf feürigem Wege entstandenen Granits ist im Ganzen genommen dieselbe wie die der schon erwähnten neptunischen Art. Er unterscheidet sich von dieser dadurch, daß er in großen und oft weit verbreiteten Massen auftritt, welche die innern Theile von Gebirgsgruppen bilden; und daß er nach Ablagerung der neptunischen Felsarten, die auf ihm lagern, von unten herauf hervorgebrochen zu sein scheint. Die stark geneigte Stellung der primitiven Schichten ist, wie man annimmt, von diesem Granit, sammt seinen Syeniten und Porphyren, bewirkt worden. — Auf ihm lagert der Hornfels, ein Gemenge aus splittrigem Quarz, Feldstein und wenigem Turmalin, das theils ganze Gebirge, theils die Kämme der Berge zusammensetzt, oder nur einzelne, mitunter kegelartige Kuppen, mit klippigen Abhängen und schroffen Wänden bildet.

2) Syenit (Roche amphibolique, Granitelle) ist ein körniges Gemenge von Feldspath, Hornblende und Quarz, oder ein Granit, in welchem der Glimmer durch Hornblende ersetzt ist. Er bildet meistentheils die hohen Rücken der Schiefergebirge und erhebt sich über deren Plateaux; selten sind niedrige Ebenen aus dieser Felsart zusammengesetzt, wol aber erreicht sie oft eine außerordentliche Höhe, wie in der Andeskette. Die Granit-Syenit-Formation (ihre Trennung ist sehr schwer) zeichnet sich durch großen Metallreichthum aus, besonders an edlen Metallen; namentlich ist dies in Ungarn und Amerika (in den äquinoktialen Gegenden der Andes und in Mexico) der Fall, wo die Formation sehr verbreitet

ist; in Sachsen findet sich in ihr viel Zinn und Scheelerz. Der Syenit führt seinen Namen von Syene in Ägypten und wurde schon von den alten Bewohnern dieses Landes zu ihren kolossalen Baudenkmälern benutzt.

3) Porphyr (rother oder Feldstein-Porphyr, Porphyry, Eurite porphyroide). Diese Felsart hat den Feldspath zur Grundmasse, die Körner und Krystalle von Feldspath und Quarz und zuweilen auch Glimmerblättchen umschließt. Der rothe Porphyr, eine bloße Modifikation des Granits, bildet selten zusammenhangende Kettengebirge, sondern meistentheils zerstückte und steile, fast unersteigliche Kegelberge, welche sich durch das Kühne und Malerische ihrer Formen auszeichnen. Er erhebt sich in den Alpen bis 700ᵗ. Der nicht bedeütende Erzreichthum beschränkt sich auf Quecksilber, das an vielen Punkten vorkommt, auf Graubraunsteinerz und etwas Eisen.

4) Protogyn (Protogine), eine andere Modifikation des Granits, in welcher der Glimmer durch Chlorit ersetzt ist, der mit Feldspath und Quarz die körnige Zusammensetzung bildet.

5) Serpentinfels (Serpentine, Roche serpentineuse), größtentheils aus einem einfachen grünfarbigen Gestein bestehend, das splittrigen Bruch hat und sich fettig anfühlt. Es setzt theils einzelne, sehr steile Berge, mit schroffen und klippigen Felswänden, theils runde Kuppen auf andern Gebirgen zusammen, oder es ist in kleinen Mulden und in flachen Thälern abgesetzt.

6) Gabbro (Urgrünstein, serpentinartiger Granit, Diallage Rock, Granite de Diallage) ist eine Zusammensetzung von Feldspath und Schillerspath (Diallage). Jameson glaubt, daß man diese Felsart dem Urtrapp zuzählen müsse. Sie bildet steile Berge mit hohen Felsen, und starke Furchen, selbst tiefe Einschnitte theilen die Abhänge, wie man es beim Serpentin findet. Auch trifft man die Felsart in einzelnen, hervortretenden Bergen, die sich eichelartig aus Ebenen erheben. Die Gebirge, welche aus Gabbro bestehen, erstrecken sich oft viele Meilen weit, und in einzelnen Bergen erreicht er eine Höhe von mehreren tausend Fuß.

Zweite Klasse.

Das Übergangsgebirge.

Die Gesteine dieser Klasse liegen in der regelmäßigen Lagerfolge, unmittelbar auf denen der primitiven Klasse. Sie nehmen mehrentheils ein höheres Niveau ein als die Flötzgebirge, stehen aber niedriger als die Formationen des Urgebirgs. Die meisten Felsarten des Übergangsgebirgs sind deütlich geschichtet; dabei stehen die Schichten häufig senkrecht

und behaupten, gleich denen der ersten Klasse, dieselbe allgemeine Richtung durch ganze Landstriche. Einige der Ablagerungen sind chemischer, andere mechanischer Natur; der Kalkstein gewährt ein Beispiel von einer chemischen, die Grauwacke von einer mechanischen Ablagerung. Negativ unterscheiden sie sich von den Urgebirgsarten durch den Mangel an fossilen organischen Überresten, und die positiven Karaktere geben sich durch das Vorkommen von fossilen Krustaceen, Muscheln und Korallen zu erkennen. Weil sie in ihrer aüßern Beschaffenheit den Urgebirgen noch gleichen, dagegen aber auch vieles mit den Flötzgebirgen gemein haben, so bilden die Felsarten dieser zweiten Klasse den Übergang von den einen zu den andern. Die große Ablagerung von Kalkstein, besonders der für architektonische Ornamente so geschätzten bunten Arten, die schönen Granite und Porphyre, und die reichen Blei- und Kupfererze, die in seinem Schooße liegen, geben einen Beweis von der Wichtigkeit des Übergangsgebirges für die Künste und Gewerbe. Die neptunischen Gebirgsarten dieser Klasse sind: 1. Grauwacke. 2. Übergangsthonschiefer. 3. Gneis and Glimmerschiefer. 4. Quarzfels. 5. Kalkstein. 6. Steinkohle. Die plutonischen sind: 1. Granit. 2. Syenit. 3. Porphyr. 4. Trapp. 5. Serpentin.

I. Neptunisches Übergangsgebirge.

1) Die Grauwacke (Übergangs-Sandstein, Greywacke, Psammite) ist ein Konglomeratgestein, das Thonschiefer zur Grundmasse hat, welche Bruchstücke primitiver Gebirgsarten, Quarzkörner von verschiedener Größe, auch wol Thonschieferbrocken umschließt. Wenn die eingeschlossenen Fragmente sehr klein sind und die Grundmasse das Übergewicht erhält, so nimmt die Felsart einen schiefrigen Bruch an und wird Grauwackenschiefer (Greywacke slate, Psammite schistoide) genannt. Die Grauwacke enthält Versteinerungen im Allgemeinen selten, und nur einzeln zerstreüt, besonders von animalischen Überbleibseln; haüfiger sind Pflanzenreste, von denen die ähnlichen Species im lebenden Zustande meistentheils nicht mehr vorkommen. Die Formation ist außerordentlich reich an Metallen, besonders an Eisen. Mit ihrem Erscheinen nimmt in manchen Gegenden die Höhe des Hauptgebirges ab; im ganzen Karakter der aus Grauwacke bestehenden Bergmassen liegt nicht der Gestaltenreichthum so vieler ältern Felsarten, sondern mehr Einförmiges. Die Grauwacke setzt meist breite, kuppige, nach einer Richtung weit gestreckte Gebirgsrücken zusammen. Die einzelnen Berge zeigen sich haüfig kegelförmig, freistehend, nur mit den Füßen verbunden; die Gipfel sind theils scharfrückig, theils etwas abgeplattet, und mit wenigen Hervorragungen; der Abfall der

Berge gegen Thäler und Ebenen ist, je nach der größeren oder geringeren Erhabenheit, bald mehr, bald weniger allmälig; hin und wieder findet man schroffe, prallige Gehänge, überhangende Felswände und Klippen. Die Thäler, meist Querthäler, wenigstens die größeren, sind tief, felsig und oft sehr eng; ihre Gehänge ziemlich jähe, jedoch ohne das Stufenartige, wodurch einige ältere Schiefergebilde so ausgezeichnet sind.

2) Übergangsthonschiefer (Transition clay slate, Phyllade intermédiaire, Thonschiefer de transition). Dieser Thonschiefer ist der Dachschiefer (roofing slate), in welchem Versteinerungen, jedoch nur selten und in einzelnen Exemplaren auftreten, u. a. Orthoceratiten und vorzüglich Trilobiten, mitunter auch Pflanzenabdrücke. Diese Felsart liefert die Griffel, mit welchen auf den Schiefertafeln geschrieben wird; ferner den Wetzstein zum Schleifen und Poliren, und die schwarze Kreide, wenn der Thonschiefer kohlenstoffhaltig und weich ist, aber an der Luft erhärtet. Der Kieselschiefer (lydischer Stein, Flinty Slate, Phthanite), eine Kieselmasse mit seltenen Einmengungen, gehöret zum Übergangsgebilde, tritt aber selten als eigene Gebirgsmasse auf; meist findet man ihn auf untergeordneten Lagern und vorzüglich im Thonschiefer. Die Berge des Kieselschiefers sind kegelförmig, schroff, mit oft weit hervorragenden, zerrissenen, zackigen, grotesken Felsmassen und klippigen Gehängen. Die Thäler sind eng, tief und von hohen dralligen Felswänden begränzt.

3) Gneis und Glimmerschiefer. Diese Felsarten des Übergangsgebirges haben im Allgemeinen dieselben Karaktere, als die gleichnamigen des Urgebirgs. Auch

4) Der Quarzfels dieser Klasse hat sehr viel Ähnlichkeit mit dem Quarzfels des primitiven Gebirgs. Der

5) Kalkstein der Übergangsperiode zeigt oft weniger Glanz und Durchscheinbarkeit, als der Urkalk, und tritt häufig in demselben Lager unter manchfaltigen Tinten und Schattirungen schöner Farben auf. Oft ist er von Kalkspath-Adern durchzogen, und einige Varietäten haben ein Konglomerat-Gefüge und bilden den Marmor (Brecciated marble, Marbre noir etc.) der Künstler; andere enthalten fossile Schaalthiere und Korallen, insbesondere die karakteristische Trilobite. Die Berge dieser Felsart zeichnen sich durch einen eigenen Karakter der Wildheit aus; sie sind spitzig und kegelförmig, und ihre Gipfel tragen mitunter Nadeln und Hörner, aus breiten Felsenmauern emporragend. Die steilen Abhänge sind mit schroffen Klippen und mit hohen, pittoresken, stets den Einsturz drohenden Massen besetzt und erscheinen oft als völlig senkrechte Mauern. Die Thäler sind eng und tief und mit Haufen abgerissener Felsblöcke und mit

kleineren Trümmern bedeckt. Häufig sind in diesem Kalkstein Höhlen, von denen viele eine große Ausdehnung haben, und deren innere Wände gewöhnlich mit Stalaktiten bedeckt sind.

6) Steinkohle (harzlose Steinkohle, Stangen- oder Glanzkohle, great Coal, Glance Coal, Anthracite). Lager der harzlosen Steinkohle, die durch ihren metallischen Glanz und dadurch sich auszeichnet, daß sie brennt, ohne Flammen oder Rauch zu verursachen, finden sich im Übergangsgebirge.

II. Plutonisches Übergangsgebirge.

1) Der Granit der Übergangsperiode ist nicht wesentlich von dem der primitiven Periode verschieden; er unterscheidet sich hauptsächlich dadurch, daß er mit Grauwacke und andern Übergangsgebirgsarten vermengt vorkommt.

2) Syenit. Diese Felsart, welche mit den primitiven Varietäten dieselben mineralogischen Karaktere theilt, enthält sehr allgemein prismatisches Titanerz (sphene).

3) Porphyr. Im Übergangsgebirge hat der Porphyr zuweilen eine Grundmasse von Feldspath, zuweilen von Thonstein, und enthält wie gewöhnlich Körner und Krystalle von Feldspath. Er tritt entweder allein, oder in Gesellschaft von Syenit und Trapp auf, bildet Berge und selbst ganze Bergketten.

4) Trapp. Im Übergangs-Trapp, wie im primitiven, ist Hornblende das einzige und stets das vorherrschende Mineral. Er geht in Syenit über.

5) Serpentin. Dieses Gestein weicht nicht merklich von der primitiven Felsart gleiches Namens ab; geognostisch unterscheidet es sich von derselben, daß es mit Grauwacke und andern Übergangsfelsarten abwechselt, oder sie in Gängen durchschneidet.

Dritte Klasse.

Das Flötzgebirge oder sekundäre Gebirge.

Die in dieser Gebirgsperiode aus einer Flüssigkeit entstandenen Niederschläge haben plattenartige Lager gebildet, welche man Flötze nennt, ein Name, der auf die ganze Klasse als karakteristisches Merkmal Anwendung gefunden hat, da flötzen oder flößen das Ansetzen durch's Wasser bedeütet. Die Felsarten des Flötzgebirges liegen in regelmäßiger Folge auf denen der Übergangsklasse, und nehmen daher auch in der Regel ein niedrigeres Niveau als diese ein; auch weicht die Physiognomie der Land-

schaften, in denen sie als vorherrschend auftreten, wesentlich von den Ur- und Übergangsgebirgen ab. Die meisten Mineralsubstanzen, aus denen das sekundäre Gebirge besteht, scheinen aus einem schwebenden Zustande auf mechanischem Wege abgesetzt worden zu sein, ein Umstand, welchen man als ein Unterscheidungs-Merkmal des Flötzgebirges vom Übergangsgebirge betrachten kann, in welchem chemische Niederschläge gegen die von mechanischer Art das Übergewicht haben. Die Felsarten dieser dritten Klasse besitzen einen großen Schatz von Versteinerungen, und hier ist es, daß wir zum ersten Mal Überreste von Wirbelthieren, z. B. von Eidechsen, finden. Die Kohle, welche in den Übergangsgebilden nur in geringer Menge vorkommt, tritt in den sekundären Formationen in außerordentlicher Verbreitung auf, und von Erzen hat das für ökonomische Zwecke so wichtige Eisen, ferner das Blei, hier hauptsächlich seine Lagerstätte; besonders ist das Eisen (als gemeiner Thoneisenstein) in großer Menge vorhanden und sehr weit verbreitet. Das Flötzgebirge bildet noch ansehnliche Berge, die zwar nicht so hoch ansteigen als die Berge der beiden ersten Klassen, dagegen aber oft steilere und jähere Abhänge haben. In den Thälern der Flötzgebirge herrscht in der Regel ungemein große Fruchtbarkeit vor, während seine Höhen hin und wieder kahl und unfruchtbar sind, was von dem Mangel an Wasser herrührt, das, aus der Atmosphäre herabkommend, sich schnell durch Spalten, Risse und Ritzen in das Innere der Erdrinde verlaüft. Namentlich gilt dies vom Kalkstein, und insbesondere von dem Jurakalk, dessen Zerklüftungen das Wasser sofort verschlucken und nach der Tiefe führen. Darum sind die Gegenden, wo der Jurakalk herrscht, so wasserarm an ihrer Oberfläche; selten vermag es ein Bach, sich auf ihren Höhen zu bilden, und wenn es geschieht, so ist sein Wasserriesel oft unterbrochen, dagegen tritt er, oft mit sehr bedeütendem Volumen, unten aus den Kalkbergen hervor, so daß eine solche Quelle gleich Mühlräder treibt. Auch in dieser Klasse giebt es neptunische und plutonische Felsarten. Die neptunischen sind: 1. Sandstein. 2. Schiefer (slate). 3. Kalkstein. 4. Gyps. 5. Kohlen. Die plutonischen sind: 1. Granit. 2. Porphyr. 3. Trapp.

I. Neptunische Gebirgsarten.

In den zwei ersten Klassen hat man unter den neptunischen Ablagerungen keine sehr bestimmte Ordnung wahrgenommen, dagegen zeichnet sich diese dritte Klasse durch große Regelmäßigkeit in der Anordnung aus, und zwar innerhalb der ganzen Reihe. Wir wollen in unserer Skizze die Altersfolge zum Grunde legen, indem wir mit der ältesten Formation

beginnen und die Beschreibung mit der neüesten beschließen. Die ganze neptunische Reihe wird in Sandstein-Formationen und Kalkstein-Formationen eingetheilt; alle übrigen Glieder der Reihe, als Schiefer, Gyps und Eisenstein treten unter Verhältnissen auf, welche jenen Hauptformationen untergeordnet sind.

1) Erste Flötz-Sandstein-Formation (First secondary Formation, oder the Old red sandstone; Rothe Konglomerat-Formation, jüngere Grauwacke). Diese Formation ist ein, auf der Grauwacke erscheinender, rother oder dunkelbrauner, seltener grauer, grobkörniger, glimmeriger Sandstein, der aus Quarz, Glimmer und zum Theil aus Feldspathbrocken besteht. Sie ist arm an Metallen und erhebt sich in England bis zu einer Höhe von 500'.

2) Erste Flötzkalk- oder Bergkalk-Formation (Second secondary formation, mountain limestone, metalliferous oder carboniferous limestone). Diese Formation ruht meistens gleichförmig, zuweilen auch ungleichförmig auf dem vorhergenannten Sandstein. Der Bergkalk hat deütliche Schichtung und ist haüfig mehr oder minder geneigt. Von Farbe ist er grau, im Bruch dicht. Mitunter hat er eine körnig-geblätterte Struktur, besonders da, wo er mit Trappgesteinen in Berührung tritt. Einige Varietäten, z. B. der Lukullan (lucullite), haben eine schwarze Farbe. Er enthält versteinerte Überreste von Thieren verschiedener Art, insbesondere Trilobiten, und ist reich an Erzen, besonders Blei, Eisen, Galmey. Der Bergkalk übersteigt nicht die Höhe der Schieferplateaux, erreicht in England eine Höhe von 160' und in Deütschland wahrscheinlich eine Höhe von 250'.

3) Zweite Flötz-Sandstein- oder Haupt-Steinkohlen- (Grit-) Formation (Third secondary formation, oder the second secondary sandstone, great coal formation; Terrain huillier, Grés ancien rouge). Diese wichtige Formation ist ein aus mehreren und zwar sechs Haupt-Felsarten zusammengesetztes Gebilde, unter denen der Sandstein die vorherrschende ist.

1) Der Sandstein (Kohlensandstein) ist meistentheils weiß und grau, zuweilen in's Röthliche übergehend und dadurch Ähnlichkeit erhaltend mit dem rothen Konglomerat. Einige Varietäten bestehen durchaus aus Quarz-Partikelchen, welche vermittelst einer sehr schwachen Grundmasse verbunden sind; andere haben, außer Quarz, auch Feldspath und Glimmer und werden dann (von Brogniart) Arkose genannt. An Versteinerungen finden sich wenig Thierreste, dagegen aber in ungeheürer Menge Pflanzenreste, besonders haüfig

farrnkrautartige Gewächse. Als untergeordnetes Lager enthält die Felsart Steinkohlen. Die Berge des Kohlensandsteins haben zum Theil gerundete Formen und schließen breite, flache Thäler ein, theils zeichnen sich dieselben durch kleine Kuppen aus, durch schmale, spitze Rücken, und das Zerschnittene, das Zerrissene, das Steile der Abhänge, zumal längs der Ufer von Flüssen und Strömen und am Gestade des Meeres werden für die Felsart karakteristisch. In England steigt sie bis 500' an und senkt sich bis sehr tief unter den Wasserspiegel des Meeres.

2) Schiefer. Von diesem Gestein giebt es in der Formation zwei Arten, den Schieferthon und den Brandschiefer, die beide Modifikationen des Thons mit schiefriger Struktur sind. Sie enthalten ebenfalls Versteinerungen, insbesondere der Schieferthon (Kohlenschiefer) Überreste von Palmen, sehr großen Rohrgewächsen, Farrnkraütern ꝛc.

3) Thon. Dies ist der dichte Thon ohne schiefriges Gefüge, der wegen seiner Anwendung in den Gewerben Feüer-Thon genannt wird.

4) Der Kalkstein dieser Formation hat sehr viel Ähnlichkeit mit dem Bergkalk, welcher unter der Steinkohle liegt; doch sind bis jetzt keine Trilobiten darin gefunden worden. Er wechselt in Lagern mit den übrigen Gesteinen der Formation ab. Einige Geologen beziehen ihn ganz bestimmt auf den Bergkalk, mithin diesen Kalkstein zur Steinkohlen-Formation.

5) Steinkohlen. Sie kommen in dieser Formation auf Lagern vor, welche mit den Schiefern, Sandsteinen und Kalksteinen abwechseln. Die Kohle ist die harzige Steinkohle oder Braunkohle (bituminous oder black coal).

6) Eisenstein. Es ist der gewöhnliche graue Thoneisenstein der Mineralogen, der vorzugsweise im Schiefer dieser Formation vorkommt.

Außer Eisen, auf welches, namentlich in Großbritannien sehr stark gebaut wird, hat die Formation keine Erze. Sie zeigt sich meist in einem niedrigeren Niveau als Grauwacke und Bergkalk und tritt besonders an den gegen die Ebene verlaufenden Gebirgshängen auf; wo aber Porphyre erscheinen, da bilden sich die Verhältnisse anders.

4) Dritte Flötz- oder rothe Sandstein-Formation (älterer Sandstein, Rothtodtliegendes, das Todtliegende; Red dead Lyer, new red Conglomerate; Grés ancien rouge). In dieser Formation herrscht theils ein bald mehr, bald weniger klein- und feinkörniger Sandstein,

theils Konglomerat, und eine abwechselnd mächtige Schicht vom letztern vertritt öfter die ganze Formation. Der rothe Sandstein setzt da, wo er in größerer Mächtigkeit auftritt und mitunter eine Stärke von 800′ bis 1000′ erreicht, wie der Porphyr, den er begleitet, mehr oder weniger weit verbreitete, meist isolirte Gebirgszüge aus hohen steilen Bergen zusammen, mit ungeheüern schroffen Felsen und mit großen Wänden; die Bergrücken steigen stark an, sind durch schmale Thäler getrennt und durch tiefe Schluchten in Kuppen getheilt; theils bildet er, wo seine Mächtigkeit minder groß ist, einzelne Höhen, mit wenig erhabenen, durch flache muldenförmige Schluchten geschiedenen Bergen, oft nur Hügel, mit sehr gerundeten, oder mit abgeplatteten Gipfeln und mit sanften Abhängen, welche weit gedehnten Thälern zuführen, und nur da, wo Wasser die Gesteinmassen durchbrachen, finden sich Engthäler mit höchst schmaler Sohle, mit senkrechten Mauern und steilen Ufern. In Amerika steigen zu dieser Formation gehörige Sandsteine in den Andes von Peru bis 1470′, in Quito bis 1600′ über das Meer.

5) Zweite Flötzkalk- oder Zechstein-Formation (Fourth secondary formation, oder the second secondary limestone, the magnesian and alpine limestone; Kupferschiefer-Formation). Diese Formation ruht in regelmäßiger Folgenreihe unmittelbar auf dem Steinkohlengebilde. Sie enthält mehrere Arten von Kalkstein. Eine derselben, welche oft den niedrigsten Theil der Ablagerung einnimmt, ist braünlich schwarz, hat einen dicken schiefrigen Bruch und wird, wegen seines Bitumen-Gehalts, bituminöser Mergelschiefer, oder wegen des sehr ausgezeichneten Kupfergehalts, Kupferschiefer genannt. Eine andere Varietät hat eine gelblich graue, oder zuweilen auch eine okkergelbe Farbe, mit einer dichten oder kleinkörnig geblätterten Struktur und schwachem Glanze; sie wird von den englischen Geognosten magnesian limestone genannt, was dem deütschen, altüblichen Bergmanns-Ausdruck Zechstein entspricht. Eine dritte Varietät, braünlich oder gelblich von Farbe, zuweilen dicht, zuweilen körnig oder höhlenreich, und mit Eisenspath eingesprengt, bildet den obern Theil der Formation und heißt bei den französischen Geognosten calcaire ferrifère. Wenn diese Varietät einen Bitumen-Gehalt erhält und von Höhlungen durchzogen wird, so wird sie von deütschen Geognosten Rauchwacke genannt, ein Name, welcher synonym ist mit Dolomit. Sie enthält in großer Menge die fossile Crustacee Productus aculeatus. An fossilen Pflanzenresten hat die Formation keinen Überfluß; keine wahren Ferngewächse kommen in ihr vor, wol aber fossile Fuci und Zosterae. Haüfig dagegen sind Thierversteine-

rungen; so sind Überreste vom Monitor gefunden worden, auch vom Krokodil soll es der Fall gewesen sein. Fische, vom Genus Chaetodon und andern Gattungen, sind sehr bezeichnend in dieser Formation, sowol in ganzen Abdrücken als in einzelnen Theilen; demnächst treten zahlreiche Überbleibsel von Crustaceen und Polypiten mehr oder minder haüfig in verschiedenen Varietäten des Kalksteins auf. Die Trilobiten, welche in der Übergangsperiode und eben so in der ersten Flötzkalk-Formation so zahlreich vorkommen, finden sich auch hier zugleich mit Orthoceratiten. Diese Species wird Trilobites bituminosus genannt. Entrochi und Pentacrini von außerordentlicher Größe liegen ebenfalls in dieser Formation. Die Crustaceen sind nicht durch die ganze Masse der Lager verbreitet, sondern auf gewisse Theile derselben beschränkt. Die Zechstein-Formation bildet hügeliges Land, das aber tief eingeschnittene Flußthäler hat; und gehört der Kalkstein der Alpen zu diesem Gebilde, so erhebt es sich bis 1500'.

6) Vierte Flötzsandstein- oder Buntesandstein-Formation (Fifth secondary formation, oder variegated sandstone, new red sandstone, grés bigarrée). In dieser Formation treten außer dem Sandstein, wenn die Ablagerung vollständig ist, auch Lager von Mergel, mit Gyps und Steinsalz auf. Die untere Bildung der Formation ist ein rothes Sandstein-Konglomerat, welches selten untergeordnete Lager von Dolomit und nie organische Reste enthält. Auf diesem ruht die mittlere Bildung, die aus dem bunten Sandstein besteht, so genannt, weil er bisweilen verschiedene Farben trägt, vorzüglich roth mit gelben und grauen Flecken. Er enthält schöne Quarzkörner und etwas Glimmer, zuweilen auch Feldspath, in einem, am haüfigsten thonigen, mehr oder minder eisenschüssigen Bindemittel. In einigen Gegenden herrscht statt des bunten ein weißer Sandstein in dieser mittlern Bildung, von der es überdem zweifelhaft ist, ob die ihr zugezählten Pflanzenreste ihr wirklich angehören, oder aber dem Keüpersandstein. Die obere Bildung der Formation ist durch Mergelthon karakterisirt, der stets mehr oder minder schiefrig ist und durchgängig im untern Theil mit Sandstein-Lagern abwechselt. Er ist roth, grau und gelb, mitunter auch buntgefleckt wie der Sandstein, mit dem er wechsellagert, und enthält untergeordnete Lager von Gyps und Steinsalz, mitunter auch von Dolomit, so wie Knochenreste von Sauriern. Die Formation bildet große Plateaux, welche sanfte, rundliche Bergrücken tragen und durch tiefe Thäler mit meist steilen Wänden durchschnitten sind. Die Höhe, welche sie erreicht, ist nicht bedeütend und beträgt selten über 170'. In Deütschland scheint der

Moosberg im Solling von 260' Höhe das bedeütendste Ansteigen der Formation zu zeigen. Erzgänge kommen in ihr höchst sparsam vor und führen dann Eisen.

7. Muschelkalk-Formation (Sixth secondary formation, shell limestone; Calcaire coquiller; jüngerer oder oberer Flötzkalkstein) Diese Formation (die einzige des Flötzgebirgs, welche in Großbritannien nicht vorkommt) lagert, in regelmäßiger Folge, unmittelbar auf dem bunten Sandstein. Der Muschelkalk ist grau, gelb oder röthlich, auch weiß; er ist dicht, aber die Bruchflächen zeigen, wegen der animalischen Überreste, womit das Gestein erfüllt ist, zahlreiche Glanzecken. Mergel Lager, die zuweilen oolithisch sind, wechseln mit dem Muschelkalk ab. Unter den Petrefakten desselben zeichnen sich die oft in wohlerhaltenem Zustande befindlichen Muscheln aus, daher die Felsart ihren Namen erhalten hat. Bisweilen enthält sie Gyps und Steinsalz. Wohlerhaltene Knochen höherer Thiergattungen (Saurier) kommen, obwol selten, vor; ebenso Spuren von Pflanzenresten, Abdrücke von Seetangen und Farnkraütern. So selten diese sind, so selten zeigen sich auch Korallen und Echiniten; dagegen finden sich Entrochiten bisweilen in so bedeütender Menge, daß man den Muschelkalk in einigen Gegenden Trochitenkalk nennt. Encrinites liliiformis, so wie Ammonites nodosus und Avicula socialis werden, wegen ihres haüfigen Vorkommens in dieser Formation, als ein karakteristisches Merkmal desselben betrachtet. Der Muschelkalk, der an Erzen arm ist, bildet theils am Fuße des bunten Sandsteingebirges weite Ebenen, theils auf dem Sandstein-Plateau langgestreckte Hügelreihen, erreicht aber wol selten die Höhe von etwa 150'; es sei denn, daß ein Theil der Kalkalpen, z. B. der Watzmann, bei Salzburg, zu dieser Formation gehören möchte, in welchem Falle sie zu dem zehnfachen der angegebenen Höhe ansteigen würde.

8) Keüper- oder bunte Mergel-Formation (Seventh secondary formation, red ground oder marl; marnes irisées). Die Hauptbestandtheile dieser Formation sind der nach einem Provinzialausdruck im Koburgischen sogenannte Keüpersandstein, Mergel und Dolomit mit Salz und Gyps. Man hat sie in vier Gruppen eingetheilt: 1. Keüper, Salz und Gyps. 2. Unterer Keüper. 3. Bunter Mergel. 4. Oberer Keüper. — Das Steinsalz und der Gyps, mit ihren Mergeln und Lagern von Salzthon, die wichtigsten Glieder dieser Formation in ökonomischer Beziehung, nehmen den niedrigsten Theil der Reihe ein. — Der untere Keüper, welcher zunächst auf jene Gruppe folgt, ist in den obern Schichten roth, geht aber zu den untern allmälig in's Graue über.

Dieser Sandstein wechsellagert bisweilen mit Mergeln, Schieferthon und Dolomiten und enthält Lager von Gyps und Kohlen. Der Schieferthon enthält zweischaalige Muscheln, eine Species von Ophiura und verschiedene Arten von Equisetum, Filices und auch einige Cycadaceen. — Die bunten Mergel, auf dem untern Keüper ruhend, zeigen abwechselnd weiße, grüne, violette, rothe, graue und blaue Streifen; sie sind dicht oder schiefrig und weich, enthalten wenig oder gar keine organische Überreste, sehr wenig Gyps und kein Steinsalz. — Der obere Keüper endlich ist ein grauer, gelber oder bunter Sandstein, hauptsächlich aus Quarzkörnern bestehend, die so lose mit einander verbunden sind, daß man die Masse oft zwischen den Fingern zerreiben kann. Sie enthält einige Spuren von Steinkohle und ein Paar versteinerte Muscheln und Pflanzenabdrücke. Die Formation bildet kein Gebirge und Felsen; sie füllt Ebenen aus und konstituirt niedrige Plateaux, welche in Deütschland kaum 140' Höhe erreichen. Nur in Westfalen, vorausgesetzt, daß das Hasselgebirge in den Alpen nicht zu dieser Formation gehört, steigt sie zu einem ansehnlicheren Niveau; hier besteht der an 250' hohe Kötersberg aus buntem Mergel, der mit Keüpersandstein bedeckt ist; auch in England ist das gewöhnliche Niveau 50' bis 70'. An Erzen ist die Formation arm; etwas Gold soll jedoch bei Sternberg, im Würtembergischen, vorkommen.

9) Vierte Flötzkalk-Formation (Eighth secondary formation, Oolithic Group von de la Beche), bestehend aus dem Lias- oder Gryphiten-Kalk, dem Jura- und Oolithenkalk. Diese Formation, welche eine der ausgedehntesten und wichtigsten des Flötzgebirges ist, kann in zwei Hauptglieder zerlegt werden: 1. Lias, und 2. Jura, von denen der Jurakalkstein, mit seinen sehr zahlreichen Unterarten in drei Abtheilungen, die untere, mittlere und obere zerfällt.

1) Lias. Dies ist ein englischer Provinzialname für Kalkstein-Schiefer, Mergelsteine und einige Sandsteine, welche mit jenen zugleich vorkommen. Die Mergel sind zuweilen sehr bituminös und enthalten Lager von Braunkohlen, versteinerte Muscheln und bisweilen auch Gyps. Pflanzenreste kommen, selbst in der Kohlenbildung, nur selten vor, wo man versteinertes Holz und bisweilen Abdrücke von Farnkraütern, Cycadaceen und Tangen findet. Thierreste sind desto haüfiger und sehr interessant. Im Liaskalk trifft man Knochen und Skelette von Sauriern, dem Geosaurus, Ichthyosaurus und Plesiosaurus; ferner finden sich verschiedene Species von Fischen und Krebsen und eine ungeheüre Menge von versteinerten

Muscheln, von denen Gryphaea arcuata die vorherrschende ist, und woher die schwarzen Mergel und Kalksteine des Lias den Namen des Gryphitenkalks führen. Nächstdem können folgende als karakteristische Versteinerungen angeführt werden: Ammonites Bucklandii, Plagiostoma gigantea, Belemnites paxillosus und B. digitalis. Der Lias zeigt sehr welliges, meist mit vielen Rücken durchzogenes Land; letztere bilden sich durch geneigte Kalkschichten, um welche herum der Mergel weggewaschen ist; durch Zusammenstürzung stellen diese oft schöne Klippen dar. Ausgezeichnete Längenthäler sind im Lias haüfig, und die Höhe, welche er gewöhnlich erreicht, beträgt gewöhnlich 120' bis 160'. An Metallen, besonders an Eisen, ist die Felsart sehr reich.

2) Jurakalk (Höhlenkalkstein, Apenninenkalk; Jura-Limestone, Calcaire du Jura). Diese Felsart hat ihren Namen von dem großen Antheil, welchen sie an der Zusammensetzung des Jura-Gebirges nimmt; sie ist ein dichter, im Bruch muschliger, auch splittriger Kalk, der nur bisweilen körniges Gefüge zeigt; hellgrau von Farbe wird er an der Luft bald weiß.

a) Die untere Abtheilung des Jura bildet der Oolith, der wiederum in unteren Oolith und großen Oolith zerfällt. Der untere Oolith (inferior oolite) ist ein aus runden körnigen Konkretionen, welche mit Fischrogen Ähnlichkeit haben, zusammengesetzter Kalkstein; daher der Name Oolith oder Rogenstein. Er tritt in Gesellschaft von dichten Kalksteinen und Mergeln auf und hat bisweilen sehr viele organische Überreste, und zwar namentlich die Trümmer derselben. Auch enthält er Kohlenlager. Die Pflanzenreste gehören zu den Farnkraütern und Cycaceen. Knochen und Skelette von Sauriern finden sich gemeinschaftlich mit Schildkröten und Krebsen. Species von Echinus, welcher zum ersten Mal in dieser Formation auftritt, sind nicht selten; auch hat die Familie der Crinoiden hier ihre Repräsentanten, so auch verschiedene Genera des Korallengeschlechts. Die karakteristischen fossilen Muscheln des untern Ooliths sind Belemnites aalensis und B. sulcatus. — Der Großoolith (great oolithe) ist eine dicke Ablagerung, welche hauptsächlich aus oolithigem Kalkstein besteht, Lager von Dolomit enthält, und zuweilen auf Lagern von Walkerde (Fullers earth) ruht. Auf diesem Oolith liegt der Bradfordthon (Bradford clay), auf diesem der Forstmarmor (forest marble), zu welchem der lithographische

Stein oder Steindruck-Kalkstein von Solenhofen gehört. Dieser Forstmarmor, zu dem auch der Stonesfieldschiefer gehört, enthält Überreste von fliegenden Reptilien, Landsaügethieren(?), Sauriern, Insekten, Seemuscheln und Pflanzen. Das obere Glied dieses Großoolith heißt in England Corabrasch; es ist ein blaülicher und weißlicher dichter Kalkstein mit Mergel.

b) Die mittlere Abtheilung, oder die mittleren Schichten des Jura, welche, wie die vorige Abtheilung zuerst in England näher bestimmt worden ist, zählt folgende, nach ihrem relativen Alter von unten nach oben gerechnete Abänderungen des Kalksteins: — Kelloway Rock, mittlerer Thonkalk; Oxfordthon und Coral Rag. Der Kelloway Rock ist ein thoniger Kalkstein. Die Mergel enthalten zuweilen Knochen des Ichthyosaurus; versteinerte Muscheln sind sehr zahlreich. Der Oxfordthon, ein blauer thoniger Mergel, welcher, der Luft ausgesetzt, seine ursprüngliche Farbe in Braun verwandelt, enthält untergeordnete Lager von kalkigem Mergel und die kalkig-thonigen Nieren, welche Septaria genannt werden. Der Coral Rag oder Madreporenkalk ist ein lose gemengtes kalkiges Gestein, das eine große Menge von Madreporen-Species enthält, zuweilen mergelig wird und von grauer Farbe ist. Unter dem Coral Rag befindet sich ein Lager eisenschüssigen Kieselsandes, der einen kalkartigen Grit oder Sandstein und quarzig-kalkige Konkretionen umschließt. In diesem Theile sind die versteinerten organischen Überreste am zahlreichsten und dabei am vollkommensten erhalten. Fossile Cycadeen kommen vor, eben so, wie im calcareous grit, Knochen von Sauriern. Fast alle Madreporen gehören zu den Geschlechtern Astrea, Caryophyllea und Meandrina. Eben so giebt es von den Echiniten Cidaris und Clypeus. Der Astartenkalk scheint den Übergang des Coral Rag zu der folgenden Abtheilung zu bilden.

c) Die oberen Lager des Juragebildes bestehen aus Kimmeridge Thon und Portland Oolith. Jener ist ein blauer, schieferiger Mergelthon, oft sehr bituminös, brennbar, in Steinkohlen übergehend und Gypskrystalle führend. Ein Ichthyosaurus, der von dem im Lias verschieden ist, findet sich in Kimmeridge Clay, und ebenso nimmt man Knochen vom Plesiosaurus wahr; auch sollen Wallfischbeine in demselben gefunden worden sein, nicht minder schöne Fischabdrücke. Serpula und Species von

Cidaris und Asterias kommen in dieser Formation vor, von Seemuscheln hauptsächlich Ammoniten, Belemniten 2c. Der Portland Oolith oder Portlandstein ist ein grober, harter, zuweilen oolithiger Kalk. Von Pflanzenversteinerungen enthält er sowol monocotyledonische als dicotyledonische; dann Reste von großen Sauriern und von Fischen. Ammoniten, Trigonia und Gryphiten sind sehr zahlreich, die charakteristischsten Mollusken sind Ammonites triplicatus und Pecten lamellosus.

Das ist die lange Reihe der Felsarten, welche die in Europa ungemein weit verbreitete, auch in Amerika auftretende und wahrscheinlich auch in Asien in sehr großer Ausdehnung vorhandene Formation des Jurakalksteins zusammensetzen. Der Jurakalk bildet Bergzüge, die sich gewöhnlich steil erheben und auf ihren Scheiteln entweder lang gezogene Rücken oder Plateaux tragen, wie z. B. im Schweizer und im Deütschen Jura. In dem erstern erhebt sich die Formation bis 860‚ über dem Meere, in den südlichen Kalkalpen, die zu diesem Gebilde gezählt werden müssen, noch höher.

10) Formation des Waldthons und Purbecksteins. Jameson führt diese beide Felsarten als die neünte Formation des Flötzgebirgs (ninth secondary formation) auf, während sie von deütschen und französischen Geognosten bald der Jura-Formation (Keferstein, Boué), bald dem Grünsand (Klippstein) zugezählt werden. Diese merkwürdige Formation, sagt der englische Geolog, besitzt eine große Menge von Süßwassermuscheln und Landpflanzen, aber, in England zum wenigsten, keine Meer-Species; so daß sie ein Beispiel von einer Süßwasser-Ablagerung zwischen zwei Meer-Ablagerungen, nämlich zwischen der Oolithengruppe und der Kreide darbietet. Wahrscheinlich, fügt er hinzu, werden aber künftige Beobachtungen nachweisen, daß sie auch in England Seemuscheln umschließt. Das erste Glied dieser Formation, der Waldthon (weald clay) ist ein dunkler, fester Thon, wechselt mit blauem Mergel und thonigem Kalkstein. Dieser ist sehr reich an Mollusken von dem Süßwassergneis Paludinae, und an Krustaceen vom Cypris. Brauneisenerz, Lager von Steinkohlen und Lager von Sandstein, der mit einigen Varietäten der Kohlenformation große Ähnlichkeit hat, kommen auch darin vor; Abdrücke von Farngewächsen, die sich aber von denen der Kohlenformation unterscheiden, treten ebenfalls auf. Der Purbeckstein (Purbeck stone oder beds) ist ein thoniger Kalkstein, wechselt mit schiefrigem Mergel und führt Gyps untergeordnet. Von versteinerten Mollusken ist Paludina vorherrschend und sehr zahlreich; auch enthält das Gestein

schöne Abdrücke von Süßwasserfischen, von Schildkröten und vom Krokodill (?). Das Maximum der Höhe dieser Formation beträgt nur 50′.

11) Kreide-Formation. Dies ist Jameson's zehnte oder letzte Formation des Flötzgebirgs (Tenth formation) mit der er die von deütschen Geognosten, und auch von Boué, gesonderte Bildung des Quadersandsteins oder Grünsandes verbindet. Die Formation ist durch organische Überreste und Feüersteine sehr gut karakterisirt. Jameson theilt sie in fünf Glieder: — 1) Untergrünsand; 2) Gaultthon; 3) Obergrünsand; 4) Kreidemergel; 5) Kreide.

1) Der Untergrünsand (Lower green sand), ein mehr oder weniger sandiges Gebilde, unterscheidet sich von dem obern nur dadurch, daß er weniger reich an Petrefakten ist, unter denen Ammoniten, Terebratuliten, Trigonia 2c. vorkommen. In England wird Trigonia alaeformis als karakteristisches Merkmal des Untergrünsandes betrachtet. Von Pflanzen zeigen sich meist Algen und auch Dicotyledonen. Zu diesem Untergrünsande der englischen Geognosten gehöret ihr grüner Mergel und der weiße Quadersandstein (Sandstein von Königstein, jüngster Sandstein) der deütschen Geognosten.

2) Gaultthon. In England ist der Grünsand in zwei Theile getheilt vermittelst eines sehr dicken Lagers von blaülich-blauem Thone, der in vielen Gegenden seines Vorkommens unter dem provinziellen Namen Gault bekannt ist. Er enthält Ammoniten und andere Muscheln, besonders Inoceramus sulcatus; auch Pflanzenreste, meist von Meerpflanzen.

3) Obergrünsand (Upper green sand). Der untere Theil der feüersteinlosen Kreide, welcher eine ungeheüre Menge von Versteinerungen und Eisenkiesen enthält, wird mehr und mehr mit grünen Körnern erfüllt, und man erreicht eine Masse, die aus einem mehr oder weniger mergeligen Grünsand und oft aus einem grüngefärbten kalkigen Sandstein besteht. Fragmente von silicifirtem Holze und eben so Theile von Muscheln, die mit Silica durchdrungen sind; ferner Fischzähne, aber keine Theile von andern Wirbelthieren kommen in diesem Gebilde vor. Die versteinerten Muscheln sind sehr zahlreich.

4) Mergelige Kreide (Tuffaceous Chalk). Keine reine Kreide, sondern ein Gemenge von einer kreidigen Masse, Thon und Sand. Die Masse ist weicher als Kreide, und gegen ihren untern Theil herrscht Thon vor, und schiefriger Thonmergel wird gefunden.

Feüersteine giebt es in dieser Masse nicht, Quarzkörner treten an ihre Stelle. Fossile Pflanzen, selbst Steinkohlen finden sich darin. Überhaupt sind Fossilien überaus zahlreich in dem untern Theil dieser Ablagerung. Die hauptsächlichsten sind Belemniten, Ammoniten, Nautiliten, Hamiten, Baculiten, Turiliten, Echiniten mit Madreporen und Encriniten.

5) Das oberste Glied der Kreideformation ist die eigentliche Kreide, deren es zwei Arten giebt, nämlich die obere, oder weiche, oder gemeine Kreide, die viele Feüersteine hat, und die untere oder harte Kreide, in welcher nur wenige Feüersteine angetroffen werden. Diese Kreiden enthalten auch Eisenkiese und Kalkspath. An karakterisirenden Versteinerungen giebt es von Mollusken viele Individuen, nicht besonders viele Gattungen, alle aber sind von den jetzt lebenden verschieden. Besonders haüfig ist die Echinitenfamilie. Pflanzenreste fehlen.

Der Grünsand bildet da, wo Mergel vorherrscht, ein hügeliges, flaches Land; mit dem Quadersandsteine treten Hügelreihen auf, manchfache sonderbare Berggruppen und sehr haüfig groteske Klippen, wie u. a. in der sogenannten sächsischen Schweiz und den angränzenden Gegenden von Böhmen, wo insbesondere auch das berühmte Felsenlabyrinth von Adersbach im Quadersandstein liegt. Das Niveau steigt selten über 150'. Von Erzen findet sich blos etwas Eisen; ganz arm an Erzen ist dagegen die Kreide, deren Formation niedrige Plateaux und wellenförmiges Land bildet und nicht bedeütend ansteigt; in England steigt sie 130' Höhe.

Verschiedene Bildungen, bemerkt Klipstein, die an der Zusammensetzung der Alpen einen mächtigen Antheil nehmen, werden als Äquivalente des Grünsandes und der Kreide betrachtet. Es gehören hierher die Karpaten- oder Wiener-Sandsteine und der eigentliche Hochgebirgskalkstein (der beträchtlichste Theil des alpinischen Kalkgebildes), haüfig als Dolomit erscheinend. Beide, eine Reihe der manchfachsten Schichten bildend, begreifen Boué und Keferstein unter der Flyschformation. Die Verwickelung der Verhältnisse der meisten neptunischen Alpengesteine, ihre Umbildung und raümlichen Veränderungen durch großartige Emporhebungen plutonischer Massen werden über die Stellung dieser, so wie noch anderer Bildungen der Alpen eine geraume Zeit hindurch Gelegenheit zu manchen Zweifelserhebungen bieten.

II. Plutonische Gebilde der dritten Klasse.

Auf feürigem Wege gebildete Felsarten scheinen in verschiedenen

bestimmten Perioden unter die neptunischen Gesteine dieser Klasse eingedrungen zu sein und auch durch dieselben ältere Felsarten verschiedener Art emporgehoben zu haben, indem sie Berge, Bergketten und Berggruppen formten. Die plutonischen Gesteine sind Porphyr, Trapp und mitunter auch Granit und Syenit.

Vierte Klasse.

Das Tertiärgebirge.

Werner hat zwar zuerst die Felsarten angegeben, welche dem tertiären Gebirge zugezählt werden müssen; ihre Wichtigkeit wurde aber erst gefühlt und anerkannt, als Cuvier und Brogniart mit ihrem vortrefflichen Werke über die Umgebungen von Paris hervortraten (1812). In der regelmäßigen Altersfolge ruhen die Felsarten des Tertiärgebirges unmittelbar auf der Kreide oder dem obersten Gliede der sekundären Klasse. Obwol die Gesteine loser in Textur als die der Flötzformationen sind, so giebt es dennoch unter ihnen Lager, welche mit denen des sekundären Gebirgs gleiche Dichtigkeit besitzen. Ausgezeichnet ist das Tertiärgebirge durch Versteinerungen, aus dem Thierreich sowol als Pflanzenreich.

I. Die neptunischen Bildungen

sind: — 1) Braunkohlen- und plastische Thon-Formation; 2) Grobkalk; 3) Pariser Gyps- oder mittlere Süßwasser-Formation; 4) Molasse; 5) Jüngste tertiäre Süßwasserbildung.

1) Plastischer Thon (älterer tertiärer Sand und Thon; argile plastique, premier terrain d'eau douce; plastic clay). Dieser Thon ist haüfig durch eine Sandlage in zwei Lagen geschieden, von denen die obere mehr oder weniger mit Sand vermischt, die untere aber rein ist und ein vortreffliches Material zu Töpferwaaren abgiebt. Die obere Lage ist reich an fossilen Überresten, die untere enthält keine. Nicht nur die Braunkohle, sondern auch die Steinkohle, als versteinerte Überreste von Dicotyledonen und Monocotyledonen, treten in dieser Formation auf. Palmenreste sind sehr haüfig, Farngewächse aber nicht entdeckt worden. Auch Insekten, im Bernstein wohl erhalten, hat man gefunden. Von Mollusken giebt es theils Süßwasser-, theils Seethiere, die zuweilen einzeln, zuweilen unter einander gemengt liegen. Der Erzgehalt dieser Formation beschränkt sich auf Thoneisenstein. Sie bildet meistentheils niedriges, flaches Land, kommt aber auch mitunter an hohen Gebirgsgegenden vor, wie auf dem Westerwalde.

2) Grobkalk (Ceritenkalk, Pariser Kalkstein, Nummulitenkalk;

Calcaire grossier oder à cerites; London clay). Diese Ablagerung ist zuweilen vom plastischen Thon durch eine Sandlage geschieden, die dann und wann reinen und festen Sandstein, aber keine Versteinerungen enthält. Auf diesem Sande ruht eine Lage muscheligen Kalks, die fast stets erfüllt ist mit grünen, aus Kiesel, Eisen-Protoxyd, Magnesia ꝛc. bestehenden Körnern, und zuweilen in eine Art Sand übergeht; in diesem Kalke kommen die schön erhaltenen Versteinerungen der Nummuliten in großer Menge vor. Unmittelbar darauf liegt das große Lager des wahren Grobkalks, der so dicht ist, daß man ihn in dem Pariser Becken, wo er seine eigentliche Heimath hat, und in Paris selbst, fast ausschließlich als Baustein benutzt. Er enthält wohl erhaltene Seemuscheln und auch Pflanzenreste. In einigen Gegenden wird er durch eine zwischenliegende Lage von Steinkohlen, deren Masse mit Süßwassermuscheln vermischt ist, in zwei Lagen geschieden, ein sehr interessantes Faktum. Weil in den Umgebungen von London eine Thonablagerung vorkommt, welche reich ist an denselben Versteinerungen, die im calcaire grossier so haüfig sind, so betrachtet man diesen London clay für ein Äquivalent des Pariser Kalksteins. Der oberste Theil dieser Formation besteht aus Sand, Hornstein und Sandstein mit abwechselnden Lagen von Kalkstein; hier treten zuweilen in großer Menge Ceriten auf. Im Allgemeinen bildet diese Formation niedrige Gegenden und Hügelland; mitunter tritt sie aber auch auf hohen Punkten, z. B. in den eisenerzführenden Gesteinen von Aschau und Sonthofen in den Alpen auf, in so fern diese Erzniederlagen hierher zu rechnen sein dürften.

3) Tertiärer Gyps (Pariser Gyps, knochenführender Gyps; Gypse à ossemens, de Montmartre, Dépôt d'eau douce inférieur; Gypsum with bones, lower fresh-water formation). Diese Formation zerfällt in drei Bildungen, in die untere, mittlere und obere. — Der untere Theil, oder diejenige Bildung, welche unmittelbar auf dem Calcaire grossier ruht, besteht aus einem grauen und weißen Kalkstein, der mehr oder weniger dicht und zum Theil mit Kiesel-Infiltrationen durchzogen ist, so daß sich bisweilen der Kalkgehalt ganz zurückzieht und das Gestein ganz quarzig wird. Daher heißt diese untere Bildung Kieselkalk; sie führt an Versteinerungen Süßwasser-Konchylien, u. a. die Genera Lymnea und Planorbis. — In der mittlern Bildung waltet der Gyps vor, wechsellagert aber stets mit thonigem, schiefrigem Mergel. Dieser Gyps ist reich an Resten großer Quadrupeden, die ausgestorbenen Gattungen und Arten angehören. Daher hat diese mittlere Bildung den Namen: knochenführender Gyps erhalten; auch trifft man hier

Süßwasser-Konchylien, und in den obersten und untersten Lagen mengen sich einige Reste von Seethieren. Von den Quadrupeden finden sich besonders Palaeotherium, Anoplotherium; zuweilen Schildkröten, Trionyx; von Mollusken besonders Cyclostoma mumia. Hier kommt auch in den Mergeln die merkwürdige Opal-Art Menilit vor, die in gewisser Beziehung als ein karakteristisches Merkmal dieses Gypses betrachtet werden kann. In ihm liegen die berühmten Steinsalzbergwerke von Wielizka. — Die obere Bildung der Formation besteht aus Süßwasser-Mergel (marnes d'eau douce) mit Lymneen, Planorben, Fisch- und haüfigen Resten von Palmen. — Der Kalk dieser Formation bildet Ebenen, der Gyps isolirte Hügel.

4) Molasse (Sandstein und Sand über dem Gyps des Montmartre, Mergelsandstein der vordern Schweiz; Superior marine Sands and Sandstones, upper marine formation; terrains marins supérieures, grés de Fontainebleau). Der untere Theil dieser Ablagerung ist ein grün gefärbter schiefriger Mergel mit Cölestin, auf welchem Mergel ruhen, die fossile Austern enthalten. Die mittlere Bildung besteht aus mächtigen Massen von glimmerigem Sand und Sandstein, der leer von Versteinerungen ist. Die obere Bildung ist ein Sandstein, der Seethier-Versteinerungen führt. So tritt die Formation im Becken von Paris auf, mit der die, in der Schweiz so genannte, Molasse übereinstimmt; während sie aber dort nur Hügel bildet, thürmt sie sich hier zu gewaltigen Bergen auf, die wir zum Theil schon früher zu erwähnen Gelegenheit hatten. Vorwaltend erscheint ein lockerer feinkörniger mergeliger Sandstein, mit kalkigem Cemente, welches haüfig vorherrschend wird; es bilden sich dann Flötze von Kalk, Mergel und Stinkstein; und indem Geschiebe älterer Formationen in die Bildung des Gesteins verwickelt worden sind, entstanden untergeordnete Konglomeratlager, die sogenannte Nagelfluhe, die mit dem Sandsteine wechsellagern.

5) Jüngste tertiäre Süßwasserbildungen (jüngste Süßwasserkalkbildung; upper fresh-water formation; Calcaire d'eau douce, troisième et dernière formation d'eau douce). Der untere Theil dieser Ablagerung besteht aus Sand, Mergeln und porösem Mühlstein, ohne Versteinerungen. Letzterer tritt selten in Lagern auf, gewöhnlich als eckige Massen im Mergel und Sand. Der obere Theil besteht aus kalkigen Mergeln, Sandsteinen und Mühlsteinen und enthält Versteinerungen von Süßwasserthieren, auch von Landthieren; von fossilen Pflanzen kommen vor Species von Exageniten, Lycopoditen, Poaciten, Chara und Nymphäa. Die Formation ist überdem karakterisirt durch zahlreiche ver-

steinerte Süßwassermuscheln von denselben Gattungen, welche in der Nachbarschaft noch gegenwärtig leben, aber in den Species sind sie anders. Die Gattungen sind Lymnea, Planorbis, Potamides, Cyclostoma, Helix und Bulimus.

II. Plutonische Bildungen des Tertiärgebirgs.

Es ist sehr schwer, den bestimmten tertiären Zeitraum anzugeben, während dessen die plutonischen oder massigen Gebilde emporgehoben wurden. Unterscheidet man sie nach ihrem karakteristischen Mineral, so haben wir zwei Gruppen: 1) Feldspathgesteine und davon abstammende Bildungen und 2) Augitgesteine; und es werden sich die plutonischen Gesteine in folgender Reihenfolge ordnen lassen: —

Feldspathgesteine, — Trachytformation.

1. Trachyt (dem griechischen Wort τραχύς nachgebildet, um das rauhe Ansehen des Gesteins auszudrücken; synonym mit Trapp-Porphyr, Domit, Leucostine granulaire). In einer aus mehreren Substanzen feinkörnig gemengten Grundmasse liegen Krystalle glasigen Feldspaths als wesentlich bezeichnende Einschlüsse. Wahrscheinlich, sagt Hr. v. Buch, entsteht der Trachyt aus Granit, durch Wirkung elastischer Dämpfe, welche den Quarz bis zur Unkenntlichkeit zersprengen, dem Feldspath seinen Perlmutterglanz und seine Theilbarkeit rauben, seine Krystalle in die Länge zerreißen und die Durchsichtigkeit derselben erhöhen, Glimmer und Hornblende aber nicht angreifen. Nimmt der glasige Feldspath in der Grundmasse die Oberhand, so entsteht der Trachytporphyr. Das Trachytgebirge setzt meist dom- und kuppelförmige große Bergmassen zusammen, die sich über Granit, Syenit, Porphyr und Mandelstein erheben und steile und schroffe Thäler zeigen; es erhebt sich bis zu ungeheüern Höhen, so am Chimborazo bis über 3300', und bildet in Frankreich am Mont Dore den höchsten Berg von 1048'. Eben so bedeütend ist die Ausdehnung dieser Formation, oft bildet sie weit gestreckte Gebirge, und die Mächtigkeit ist nicht weniger außerordentlich, da sie im Plateau von Quito 3000' ununterbrochen beträgt. Erze sind im Allgemeinen nicht sehr verbreitet, wo sie aber vorkommen, da haben sie sich sehr angehaüft.

2. Phonolith (von dem griechischen φωνή, Laut, Ton abgeleitet, weil das Gestein in dünnen Platten hell klingt, daher Klingstein, synonym mit Hornschiefer, Porphyrschiefer; clinkstone, trachyte schistoïde). Der Klingstein enthält in seiner hellgefärbten, meist grünlichen Grundmasse Feldspathkrystalle eingewachsen, wodurch das Gestein wesentlich

bezeichnet wird, und bildet kegelförmige, fast immer einzeln hervorragende Berge, mit klippigen, schroffen Wänden.

3. Perlit (pierre perlée, trachyte émaillée; pearlstone), karakterisirt durch den Perlstein oder empyrodoxen Quarz, überhaupt durch einen glasigen Habitus. In untergeordneten Massen erscheinen der Pechstein (Fettstein; trachyte vitreux; pitchstone) und der Obsidian (Lavaglas, Marekanit; Email des volcans).

Verschiedene Schlackenbildungen in ihrer vollendetsten Gestalt, unter dem Namen Bimsstein, trachytische Mühlsteine bekannt, und fast den meisten jener Bildungen angehörend, können nicht als selbstständig gelten, indem sie diese Gesteine größtentheils in verändertem Zustande darstellen. Demnach dürften sie, mit Klipstein, nur als besondere Gesteinsmodifikationen dieser Gruppe anzusehen sein.

4. Konglomerate und Trümmergesteine (Trapp-Porphyr-Konglomerate, trachytische Konglomerate und Tuffe; Conglomerats trachytiques), aus Bruchstücken der trachytischen Formation bestehend, die bald groß, bald klein und fein sich zeigen, durch Wasser breiartig (wie die Moia) aufgelöst und flötzartig abgesetzt.

Augitgesteine, — Basaltformation.

1. Augitporphyr (schwarzer Porphyr, im Gegensatz zum rothen Porphyr; Melaphyre); er erscheint in weniger mächtigen Massen als der rothe Porphyr, meist in kleinen Gängen, welche sowol das zuletzt genannte Gestein, als auch das jüngere Flötzgebirge durchsetzen; dann auch in Kegeln. Öfter schließt er sich an den Basalt an und scheint in der Geschichte der Erde, insbesondere bei Erhebung der Gebirge eine große Rolle zu spielen.

2. Basalt (Basanit; lave compacte), eine grauschwarze Masse von Augit und Feldspath, in welcher die Minerale vom unbewaffneten Auge nicht unterschieden werden können. Keine Felsart hat, wenn wir uns der Worte Hartmann's bedienen dürfen, in Beziehung auf ihre Bildungsweise, so verschiedenartige Meinungen rege gemacht und eine so lebhafte Trennung unter den Gebirgsforschern veranlaßt, als der Basalt. Während die Einen das Gestein auf nassem Wege entstehen ließen und es als Niederschlag aus einem Flüssigen, erfolgt nach geregelten Gesetzen, betrachteten, schrieben die Anderen das Werden, oder richtiger die Umbildung des Basalts dem Einwirken feüriger Gewalten zu. Die Felsart, von der einen Seite mit den Trachyten zusammenhangend, von der andern in sehr inniger Beziehung mit den Laven der Vulkane, scheint durch

Umwandlung anderer Felsarten vermittelst vulkanischer Agentien entstanden. Ihre Massen haben sich den Weg durch bereits vorhandene Gesteinschichten gebahnt. Im erweichten Zustande wurden sie, wahrscheinlich aus großer Tiefe, durch die durchbrochene Gebirgsdecke, durch entstandene Spaltungen und Risse, oder durch rundliche Öffnungen in den Berggipfeln emporgehoben, und bei der Abkühlung, bei dem Übergang in den festen Zustand bildete sich die regelmäßige Absonderung. Gewöhnlich zeigt der Basalt nicht, wie die Lava, Ströme, oder wie der Trachyt, große Auftreibungen des unmittelbar darunter liegenden Gesteins, sondern ist gewöhnlich aus langen Spalten hervorgedrungen, durchsetzt daher in der Regel das unterliegende Gebirge bald in kleineren, bald in weit fortsetzenden Gängen (dykes), bildet über Tage mauerförmige Hervorragungen, isolirte Kegel, oder selbst Plateaux und kleine Gebirgsmassen, welche die darunter liegenden Spalten bedecken. Die Kegel tragen zuweilen Krater, aus denen sich auch wol wirkliche Ströme ergossen haben. Die Kratervertiefungen (auf der Eifel Maare genannt, ein plattdeütsches Wort für Meer) sind theils trocken, theils mit Wasser erfüllt; sie liegen nicht stets auf Kegeln, sondern auch in Thälern, und warfen zum Theil Konglomerate und Asche aus. Der Basalt erscheint meist in ansehnlichen, auch in außerordentlichen Höhen, wie auf den Cordilleren von Peru und Mejiko.

3) Dolerit (Graustein, Flötzgrünstein, Roche trappéenne secondaire), ein körniges Gemenge, von Feldspath und Pyroxen, das sich unmittelbar in Basalt verlaüft, kommt aber im Allgemeinen nicht haüfig in dessen Formation vor und scheint in den ältern plutonischen Bildungen mehr heimisch zu sein. Der Dolerit setzt die spitzigen, oder kegelförmig gestalteten, mit Trümmern und mit Haufwerken großer Gesteinblöcke umlagerten Gipfel mancher hohen Gebirge zusammen. Er hat mitunter fast senkrechte Felswände von einigen hundert Fuß Höhe. Tiefe, sehr steile Schluchten laufen an seinen Berggehängen herab. Am Meeresufer bildet er hin und wieder schroffe Klippen.

Unter Whinstone begreifen einige englische Geognosten die Basalte und Dolerite, indem sie hierin noch nicht den gehörigen Unterschied machen. Eine ähnliche Bedeütung führte im Deütschen der Name Flötztrapp mit sich. — Die sogenannte Wacke, ein thoniger Grünstein, und der Mandelstein, ein Dolerit mit mandelsteinartigem Gefüge, so wie eine Reihe in den verschiedenartigsten Nüancen sich darstellende Laven, Schlacken und Bimssteine gehören dem Basalt und dem Dolerit an und können nur als Modifikationen dieser Bildungen betrachtet werden.

4. Konglomerate und Trümmergesteine (Trapptuff, Basaltbreccie, tuf basaltique) bilden ein Haufwerk von größeren oder kleineren, mehr oder weniger veränderten Stücken der Gesteine aus der Basaltformation; bald sind sie locker zusammengehäuft, bald fester mit einander verbunden, führen auch Geschiebe fremder Gesteine und umgeben oft die basaltischen Krater.

Fünfte Klasse.

Alluvial=Gebirge.

I. Neptunische Bildungen.

Im Schwemmlande oder Schuttlande (Alluvial Rocks, terrains d'alluvion et de transport) unterscheidet man zwei Bildungen, die älteren und die neüeren Alluvialbildungen.

1) Älteres Schwemmland (Diluvium; diluvial detritus; terrain de transport ou d'attérissement; Erraticblock Group von de la Beche). Die Bildungen des jüngsten Schwemmlandes sind nicht immer von den ältern Alluvialbildungen geschieden; eine solche Trennung, sagt Boué, ist nur zufällig, und an andern Stellen gehen beide Bildungen so in einander über, daß sie augenscheinlich von denselben noch jetzt vorhandenen Ursachen herstammen müssen. An organischen Überresten findet man hier nur noch lebende Pflanzen, See=, Fluß= und Erdmuscheln und Schnecken; Überbleibsel von verschwundenen und noch lebenden Thieren, aber keine Menschenknochen.

1) Ältere Meeresbildungen.

1) Sandgerölle und Ablagerungen verwester Pflanzen längs der Küsten und sehr hoch über dem jetzigen Meeresspiegel.

2) Muschel=, Sand= und Mergelbänke mit Knochen und Seethieren, längs der Küsten über dem Niveau der jetzigen höchsten Wasserfluthen.

3) Sandiger Kalkschlamm in Weitungen oder Spalten der Kalkfelsen. Dichter Kalk mit noch im Meere lebenden Muscheln 2c.

4) Korallen= oder Madreporenriffe über dem Meeresspiegel.

5) Spuren von Bohrmuscheln in verschiedener Höhe auf Felsen am Meeresufer und sehr erhaben über dem jetzigen Stande der höchsten Fluthen.

6) Torf von Seepflanzen, unter dem Meeresspiegel gebildet.

7) Große Sandbänke, die unter eben demselben durch Strömungen gebildet wurden.

2) Ältere Landsee- und Flußbildungen, längs ihrer Ufer, oder an ihrer Mündung und über dem jetzigen Niveau ihrer Wasser.

1) Sand, Gerölle, Ablagerungen verwester Pflanzen auf Plateaux oder Terrassen.

2) Thonmergel mit Pflanzenresten.

3) See- oder Flußmergel mit Geröllen, verhärtete Mergelnieren, Knochen, theils von verlorenen Thieren und Süßwasser- und Landschnecken, deren lebende Arten hin und wieder jetzt selten sind. Seemergel mit Süßwassermuscheln und Knochen von theilweise ausgestorbenen Thierarten unter den Torfmooren.

4) Knochenbreccie, weit vom Meeresufer und in Kalkfelsenspalten.

3) Älterer Kalktuff, der in Seen oder durch Quellen an verschiedenen Seiten gebildet wurde, oft mit Knochen solcher Thiere, die theils nicht mehr im Lande leben, oder selbst von der Erde verschwunden sind, und hin und wieder mit Süßwasser- und Landschnecken.

4) Thierknochenanhaüfungen, deren Arten theils ausgestorben sind, im Thon oder Kalktuff einiger Höhlen.

5) Ältere Torfmoore, zuweilen unter dem Kalktuff, mit Kies, Gypsspath.

6) Felsen- oder Erdanhaüfungen, durch sehr alte Niedersenkungen, in Folge von Erderschütterungen, Wassereinsinterungen und daher entstandenen Bergstürzen oder Auswaschungen.

7) Dammerde (vegetabilische Erde) auf den höheren Punkten der Erdoberfläche. Verwitterung der Felsen und Verwesung von Pflanzen und Thieren sind die bedingenden Ursachen.

2. Jüngstes Schwemmland (Alluvium; alluvial detritus, postdiluvial detritus, modern group von de la Beche). Im Alluvium zeigen sich dieselben Erscheinungen, wie im Diluvium, mit dem Unterschiede, daß sie einer neüern Zeit angehören und unter unsern Augen noch vor sich gehen. Dieses Schwemmland hat nur Überbleibsel von noch jetzt in demselben Lande lebenden Thieren, Menschenknochen und Kunstwerken.

II. Vulkanische Bildungen.

Den neptunischen Bildungen des Alluvialgebirges parallel laufen die felsigen Massen, welche ihren Ursprung den Vulkanen zu verdanken haben. Man theilt sie in alte und neüe Vulkane, in erloschene und thätige; daher auch ihre Erzeügnisse in ältere und neüere, indem jene von Feüerbergen herrühren, welche seit dem Anfange unserer Geschichte nicht gebrannt haben. Es gehört hierher vorzugsweise die Lava, eine Mineralsubstanz,

welche im Innern der Vulkane flüssig geworden und vermöge dieses flüssigen Zustandes und des Einwirkens vulkanischer Kräfte eine neüe Lagerstätte eingenommen hat, indem sie durch den Krater, oder durch Spalten in den Abhängen der Berge ergossen ward und beim Erkalten wiederum in den Zustand des Festen überging. Fast überall, wo dergleichen Lavaströme vorkommen, findet man auch noch die Krater, aus denen sie hervorflossen. Diese dunkelfarbigen, basaltähnlichen Massen werden von Puzzolana und Schlacken begleitet, die mit denjenigen der thätigen Vulkane große Ähnlichkeit haben. Zuweilen treten neben diesen dunkeln Varietäten auch hellere Laven auf, welche Leücostine genannt werden. Dabei finden sich auch ältere Anhaüfungen von Felsblöcken, Rapilli, Asche oder Bimssteinen und Produkte der älteren Solfataren. Dem jüngsten Schwemmlande parallel gehen die Erzeügnisse der seit dem Anfang der Geschichte in Thätigkeit gewesenen und noch immer brennenden Vulkane; wir haben ihre Auswürflinge im drei und vierzigsten Kapitel genau kennen gelernt.

Sieben und vierzigstes Kapitel.

Geographie der Vulkane. Die Feüerberge werden in Centralvulkane und Reihenvulkane unterschieden. — Centralvulkane sind: Der Etna, die liparischen Inseln, der Vesuv, die isländischen Feüerberge, die Azoren, die Canarischen Inseln, die Capverden, Ascension, die Galapagos, die Sandwich-Inseln, die Marquesas, die Societäts-, die freündschaftlichen Inseln und Bourbon. Vulkane im Innern der Kontinente. — Reihenvulkane: die griechischen Inseln, die westaustralische Reihe, die Reihe der Sunda-Vulkane, Reihe der Molukken und Philippinen, Reihe der Japanischen und Kurilischen Inseln, Vulkane auf Kamtschatka.

Wenn wir uns aus der Heimath nach Norden oder Süden, nach Westen oder Osten, auf größere Strecken entfernen, wenn wir z. B. aus der Mitte Deütschlands nach dem Süden von Eüropa uns begeben, oder gar, den Wendekreis durchschneidend, die Gestade der Tropenländer betreten, wenn wir, das Vorgebirge der guten Hoffnung umschiffend, die indische Welt aufsuchen, oder, dem arctischen Angelende der Erde zugewendet, in nordischen Gegenden wandern, so sehen wir zwar allmälig andere Pflanzen, als die sind, an die wir uns von Kindheit an gewöhnt hatten, andere Thiere, ja Menschen anderer Race erscheinen; aber der Boden, den wir betreten, bleibt überall derselbe, das Gestein, aus welchem die Erdkruste zusammengesetzt ist, bleibt in allen Hemisphären dasselbe, der Granit, welchen wir am Brocken, am Fichtelgebirge beobachten, wiederholt sich in den Alpen, in den Piräneen, in Oberägypten, wie an den Katarakten des Orinoco, auf den Cordilleren von Südamerika und den Riesengipfeln des Himalaya; und der Sand, welcher den Wanderer im norddeütschen Flachlande ermüdet, ist derselbe, der die Sahara, die Peruanische Wüste rc. erfüllt. So sehen wir, daß die verschiedenen Felsarten nicht, wie es bei den Erzeügnissen des Pflanzen- und Thierreiches

der Fall ist, an gewisse Lagerorte, an bestimmte Regionen und Zonen gebunden sind; und dies gilt auch von den einzelnen Mineralien, wiewol einige derselben, namentlich aus der Ordnung der Gemmen und aus der Ordnung der Metalle, ausnahmsweise ihre bestimmten Fundorte zu haben scheinen.

Auch die großen Feüerstätten, deren sich die Natur zur ferneren Bildung und Veränderung der Erdrinde bedient, finden sich über die ganze Erde verbreitet. Die Vertheilung dieser Feüerstätten näher ins Auge zu fassen, soll den Gegenstand unserer gegenwärtigen Betrachtung ausmachen, indem wir dabei die geistreichen Arbeiten L. von Buch's lediglich zum Grunde legen, und uns seiner eigenen Worte bedienen *).

Hr. von Buch theilt die Vulkane der Erdfläche in zwei, wesentlich von einander verschiedene Klassen; sie sind entweder Central- oder Reihenvulkane. Erstere haben immer eine Mitte für mehrere um sie fast gleichmäßig nach allen Seiten hin wirkende Ausbrüche; letztere dagegen liegen hinter einander, oft nur wenig von einander entfernt, wie Essen auf einer großen Spalte, was sie denn auch wol sein mögen. Man zählt auf solche Art zuweilen wol zwanzig, dreißig oder auch noch mehr Vulkane, und so ziehen sie über bedeütende Theile der Erdoberfläche hin. Hinsichts ihrer Lage sind die Reihenvulkane dann wieder von zweierlei Art. Entweder erheben sie sich als einzelne Kegelinseln aus dem Grunde der See; dann laüft gewöhnlich ihnen zur Seite ein primitives Gebirge völlig in derselben Richtung, oder diese Vulkane stehen auf dem höchsten Rücken dieser Gebirgsreihe und bilden die Gipfel selbst.

In ihrer Zusammensetzung und in ihren Produkten sind diese beiden Arten von Vulkanen nicht von einander verschieden. Es sind fast jederzeit, nur mit wenigen Ausnahmen, Berge von Trachyt, und die festen Produkte daraus lassen sich auf solchen Trachyt zurückführen.

Wenn man, fährt Hr. von Buch fort, die Gebirgsreihen selbst als Massen ansieht, welche auf große Spalten, durch Wirkung des schwarzen oder Augit-Porphyrs, hervorgestiegen sind, so läßt sich diese Lage der Vulkane wol einigermaßen begreifen. Entweder dasjenige, was in den

*) Physikalische Beschreibung der Canarischen Inseln; Berlin, 1825. Descript. des Iles Canaries, suivie d'une indication des principaux volcans du Globe, par Léopold de Buch. Traduit de l'allemand par C. Boulanger. Revue et augmentée par l'auteur. Paris, 1836. Beide Ausgaben (von denen der Verf. die deütsche nicht in den Buchhandel gegeben hat) sind mit einem vortrefflichen Atlas ausgestattet. — Von Hrn. von Hoff haben wir baldigst eine vollständige Geschichte der Vulkane und Erdbeben zu erwarten.

Vulkanen wirkt, findet auf dieser Hauptspalte selbst schon mehr Leichtigkeit, zur Oberfläche hinaufzudringen; dann werden die Vulkane auf der Gebirgsfläche selbst hervorsteigen. Oder die primitiven Gebirgsmassen über der Spalte sind ihnen noch ein zu großes Hinderniß; dann werden sie, wie es schon der schwarze Porphyr selbst gewöhnlich thut, am Rande der Spalte aufbrechen, da wo die Gebirge anfangen, sich über der Oberfläche zu erheben, das ist am Fuß der Gebirge hin.

Wenn aber das, was unter der Oberfläche hervorbrechen will, keine solche Spalte vorfindet, welche der wirkenden Macht den Weg bestimmt, den sie nehmen soll, oder auch wenn das Hinderniß auf der Spalte überaus groß ist, so wird die Kraft unter der Oberfläche anwachsen, bis sie das Hinderniß zu überwältigen und die darüber liegenden Gebirgsmassen selbst zu zersprengen vermag. Sie wird sich selbst eine neüe Spalte bilden, und auf dieser sich eine stete Verbindung offen erhalten, wenn sie stark genug ist. Dann entstehen Centralvulkane. Doch werden diese nur selten emporsteigen, ehe sie sich nicht vorher durch Erhebungsinseln mit Erhebungskratern den Weg gebahnt haben. — Diese letzteren Bildungen scheinen keinen außerordentlichen Zusammenfluß von besonders günstigen Bedingungen zu erfordern; oder vielleicht einen ganz andern Zustand der Erdoberfläche, wie etwa die Bildung einer Gebirgsreihe. Sie können daher immer noch fortgehen, und dies scheint auch in der That so.

Nach diesen verschiedenen Arten von Vulkanen lassen sich auf der Erdfläche mehrere Systeme auffinden, deren nähere Bezeichnung und Entwickelung der physischen Geographie um so wichtiger sein muß, da die ganze Gestalt, vielleicht die Bildung der Kontinente auf diese Systeme nicht ohne Einfluß zu sein scheint. Doch müssen wir uns hier lediglich auf eine namentliche Liste beschränken, in der, außer der geographischen Lage, auch die Höhe der Vulkane, in so fern sie bekannt ist, angegeben wird.

Central-Vulkane.

1. Der Etna, auf Sicilien, Lat. 37° 44′ N., Long. 12° 40′ O. Paris. Die Höhe fand Saussure auf barometrischem Wege am 5. Juli 1773 und Schouw am 9. Juni 1819 übereinstimmend 1723′; Smyth durch trigonometrische Messung 1701′; Herrschel durch Barometer-Beobachtung 1717′ und Cacciatore durch Winkelmessung 1705′, so daß sich im Mittel 1710′ annehmen lassen. Die Zahl der Ausbrüche hat sich, nach v. Hoff's synchronistischer Übersicht, vor Christi Geburt auf eilf,

nach Christi Geburt bis zum Jahre 1832 auf sechszig belaufen. Hr. von Buch, in seiner neüesten Schrift, sagt vom Etna, man könnte glauben, er läge am Ende einer ungeheüern Spalte, die Sicilien von N.O. nach S.W. durchschneidet, und in deren Verlängerung im Jahre 1831 die Insel Ferdinandea über die Oberfläche des Meeres gehoben wurde, aber nur wenige Monate darüber verweilte. Die Stelle, wo diese Ausbruchs-Erhebung Statt fand, lag 30 geogr. Meilen von der Stadt Sciacca, auf Sicilien, in der Richtung S.W.$^1/_2$S. Von Ferdinandea, oder Graham, lag die Insel Pantellaria S.W.g.W. 33 Meilen weit.

2. Die liparischen Inseln liegen in der Mitte des Erschütterungskreises des Mittelländischen Meeres, der Bestimmung des Begriffes von Erschütterungskreisen zufolge, wie sie Hr. von Hoff eben so scharfsinnig als richtig und belehrend gegeben hat.

Die Insel Stromboli, Lat. 38° 47$^1/_2$' N., Long. 12° 53' O. Der höchste Gipfel dieses Centralvulkans der Lipari-Gruppe, der Monte Schicciola, erhebt sich nach Smyth 339',5, nach Hoffmann's Barometermessung dagegen 462',5 über das Meer. Der Krater hat über zweitausend Fuß Durchmesser, von Südwest nach Nordost, und eine Tiefe von sechshundert Fuß. In dieser Tiefe liegen auf hügelreichem, schwarzem Sandboden die fortwährend sich verändernden Mündungen des immer thätigen Feüerschlundes *).

*) Hr. von Buch betrachtet, in der ersten Ausgabe seines klassischen Werkes, Stromboli als den Centralvulkan der liparischen Inseln und bleibt bei dieser Ansicht im Wesentlichen auch jetzt noch stehen, wenn gleich er bemerkt: Cependant les phénomènes volcaniques et les éruptions se manifestent si fréquemment dans l'île de Volcano, qu'on serait tenté de croire que là aussi il y a une communication libre et facile de l'intérieur avec l'atmosphère.... Stromboli est l'extrémité d'une chaine ou faille trachitique, qui commence à Volcano, et qui à Lipari se divise en deux branches, dont la plus occidentale s'étend sur Salinas, Felicudi et Alicudi, et se termine à Ustica. Friedrich Hoffmann, nachdem er in seinem Sendschreiben an L. von Buch (vom 29. April 1832) die Beschaffenheit der Liparischen Inseln ausführlich geschildert hat, zieht aus seinen Wahrnehmungen den Schluß, daß diese Inseln keineswegs wie die abhangigen und untergeordneten Glieder eines Centralvulkans auftreten. „Denn," sagt er, „ihr ansehnlichster permanenter Vulkan, Stromboli, ist zu unbedeütend und zeigt durchaus keine so erweisbaren Verhältnisse der Wechselwirkung und Abhangigkeit von den Vorgängen in den andern Theilen dieses kleinen Archipelagus, daß wir irgend daran denken könnten, diesen unbedeütenden Eruptionskegel auf einen so einflußreichen Standpunkt zu erheben. Ganz dasselbe gilt auch sehr wahrscheinlich von dem eben so wenig bedeütungsvollen Vulcano (dessen Eruptionskegel 201' hoch gefunden wurde). Es bleibt uns daher nur übrig, diese Inseln, wie Sie uns zuerst gelehrt haben, als Reihen-Vulkane zu betrachten," u. s. w.

3. Der Vesuv und die flegräischen Felder bei Neapel. Der Vesuv liegt, nach Gauttier, in Lat. 40° 48′ 40″ N., Long. 12° 7′ 10″ O.; seine Höhe ist bereits im drei und vierzigsten Kapitel nachgewiesen worden. Die flegräischen Felder haben keinen Vulkan. Man findet auf ihnen nur einen Haufen kleiner Erhebungskrater und isolirter Eruptionen; aber nie haben diese Ausbrüche eine unmittelbare Verbindung mit einem gemeinschaftlichen Mittelpunkt gehabt; eben so auch nicht der Lava-Erguß am Epomeo auf Ischia. Nach L. von Buch's Barometermessung erhebt sich der Monte Epomeo 392,6 über das Meer, der höchste Kraterrad vom Ausbruch des Arso 71′,6, der Boden dieses Kraters aber nur 60′. So weit die Geschichte hinaufreicht, d. h. bis zu des ältern Plinius Tod, oder der Verschüttung von Pompeji, hat der Vesuv, bis zum Jahre 1834, fünf und siebenzig Ausbrüche gehabt.

4. Island. Diese große Insel ist so sehr und durchaus mit vulkanischen Mündungen besetzt, daß man sie häufig in ihrer ganzen Ausdehnung nur als einen einzigen mächtigen Vulkan anzusehen pflegt. In der That hat Lenderson nicht weniger als neün und zwanzig Feüerberge aufgezählt, von denen aber zuverlässig die meisten nur einzelne Ausbrüche, und keineswegs beständig offene Essen sind. Indessen läßt sich die Lage des Hauptkegels, durch den die Eruptions-Erscheinungen am haüfigsten Statt finden, leichter erkennen, als man anfangs vermuthen sollte. Die vulkanischen Phänomene finden sich nämlich hauptsächlich in einem breiten Gürtel eingeschlossen, der von Südwest nach Nordost die Insel durchzieht; ungeheüre Spalten brechen in demselben nach allen Richtungen auf, und Laven ergießen sich daraus von einer Masse, von einer Länge und Breite, wie sie in andern vulkanischen Gegenden ihres Gleichen nicht finden. Bestimmte ununterbrochene Verbindungskanäle, so viel bekannt ist, bilden nur:

Im Norden: Krabla,
Leirhnukur und
Tröllадyngur.

Im Süden: Hekla, der nach den trigonometrischen Messungen von Ohlsen und Vetlesen, mit denen die Barometermessungen von Sir Joseph Banks übereinstimmen, 799′ hoch ist, isolirt steht wie der Vesuv, aber eine größere Masse darbietet;
Evafiäll, 889′ hoch;
Kötligia; endlich

Im Osten: Oröfe Jökul, 927' hoch nach Paulson's Barometer-Messung. Man hält ihn für den höchsten Berg in Island, und unter den wirklich gemessenen ist er es auch *).

Dieser vulkanische Gürtel ist gleichlaufend mit der gegenüberstehenden Küste von Grönland und erinnert daran, wie Vulkane gewöhnlich den Lauf der Kontinente oder der Gebirgsketten auf ihnen begleiten. In der Verlängerung der isländischen Vulkane steht die vulkanische Insel Jan Meyen, Lat. 70° 49' N., Long. 9° 51' W., auf der sich der Beeren-Berg 1075' hoch erhebt, eine Höhe, welche keiner der isländischen Vulkane erreicht.

5. Die Azoren. Der Pico der Insel gleiches Namens (Lat. 38° 26' N., Long. 30° 48½' W.) hat eine so bedeütende Höhe, daß gegen ihn die Erhöhung aller übrigen Inseln dieses Archipelagus nur ganz unbeträchtlich erscheint. Unter den verschiedenen Messungen, welche man für diesen Pik hat, möchte die von Ferrer die wahrscheinlichste sein; danach erhebt er sich 1221'. Dieser Berg ist in den Azoren der Hauptverbindungskanal des Innern der Erdrinde mit der Atmosphäre, und dafür hat man ihn auch immer gehalten. Fayal (Lat. 38° 34' N., Long. 30° 45' W.) scheint nur ein Theil von Pico zu sein: die Richtung beider und ihre Küsten sind völlig übereinstimmend; doch mag die Insel in der Mitte einen Erhebungskrater enthalten. Die Insel San Miguel (Lat. 37° 50' N., Long. 27° 50' W.) ist sehr bekannt durch die Inseln, welche wiederholt versucht haben, in dessen Nähe, gegen Terceira oder vielleicht richtiger gegen St. Jorge hin, in die Höhe zu steigen: so am 11. Juni 1638, am 31. December 1719, dann am 31. Januar 1811, an welchem Tage die Insel Sabrina entstand, welche, wie die vorigen, wiederum verschwand. Ungeachtet dieser fortgesetzten vulkanischen Wirkungen, so wie der großen Menge von heißen Quellen auf der Insel, enthält S. Miguel doch keinen Vulkan, wol aber auf seiner langen Erstreckung drei mächtige Erhebungskrater.

6. Die Canarischen Inseln. Wenn die auf diesen Inseln Statt gefundenen vulkanischen Ausbrüche auch auf den Pico de Teyde (Lat. 28° 17' N., Long. 19° 0' W., Höhe 1905'), als den Mittelpunkt dieser Erscheinungen, hinweisen, so würde man doch zu weit gehen, wenn man

*) Gliemann setzt die Höhe dieses Vulkans auf 6240 Fuß. Sind dies dänische Fuß (wie nach Vorrede S. VII der Beschreib. v. Island zu vermuthen steht), so würde sich der Oröfe Jökul 1004',8 über das Meer erheben.

die einzelnen Inseln in ein zusammenhangendes Ganzes vereinigen, und sie als Bruchstücke eines größeren Landes ansehen wollte, welches durch vulkanische Einwirkungen zerstört und in mehrere einzelne Theile zerrissen sein könnte. Jede Insel ist wesentlich ein Ganzes für sich: auf Gran Canaria ist dies sehr deütlich zu erkennen; eben so klar, vielleicht noch deütlicher, ist diese Erscheinung auf Palma, weil die Insel kleiner, doch dabei viel höher ist. Weniger auffallend sind diese Erhebungskrater auf Fuertaventura und auf Lancerote. Man kann daher die ganze Gruppe der Canarischen Inseln nicht anders betrachten, als eine Sammlung von Inseln, welche nach und nach und einzeln aus dem Grunde der See erhoben worden sind. Der Pico de los Muchachos, die höchste Spitze von Palma, am Rande der Caldera, steht 1205′, und der Pico del Pozo de los Nieves, der höchste Gipfel von Canaria, 973′ über dem Meere nach L. v. Buch's, aber 1039′,6 nach Arlett's Barometermessung *).

7. Die Cap-Verdischen Inseln. Die Insel Fuego, Lat. 14° 57′ N., Long. 26° 41′ W., bildet den Hauptvulkan dieser Gruppe, der, wie Stromboli, ehemals in fortwährendem Auswerfen gewesen zu sein scheint. Sabine schätzte seine Höhe auf mindestens 1230′, King hat ihn nach genauer Messung 1378′,5, Kapt. Masters dagegen 1484′,7 hoch gefunden. Pico Antonio, auf San Jago, erhebt sich 734′, und der Pik auf dem Nordwestende von San Antonio 1108′,8 über das Meer, nach King, Brava 439′,7 nach Masters.

Von allen im südlichen Theil des Atlantischen Oceans zerstreüten Inseln trägt Ascension (Lat. 7° 56′ S., Long. 16° 41′ W.) Merkmale eines wirklichen Vulkans. Nach Campbell ist der Green-Mountain, der Gipfelpunkt dieser Insel, 441′ hoch, nach Brandreth 449′. St. Helena aber enthält gar nichts, was auf Eruptionskratern oder auf Lavaströme hindeüten könnte **). Dagegen trägt Tristan da Cunha (Lat. 37° 6′ S., Long. 14° 36′ W. Paris) einen Vulkan, der sich domförmig an 1300′ über die Meeresfläche erhebt (nach Carmichael) ***).

8. Die Galapagos bilden eine sehr thätige vulkanische Inselgruppe, in der die westlichste Insel, Narborough-Island, Lat. 0° 25′ S.,

*) In Arlett's Bericht steht die Zahl 6648 engl. Fuß, auf seiner Karte aber 6390 Fuß = 999′,3.

**) Postels glaubt, in der Devils-Punch-Bowl einen Erhebungskrater erkennen zu dürfen.

***) In einem Bericht des Kapt. Liddell wird die Höhe dieser Insel nur auf 700 bis 800 Fuß geschätzt; hierbei scheint aber offenbar eine Null vergessen worden zu sein.

Long. 83° 35′ W., wahrscheinlich den Hauptvulkan enthält. Schillibeer sah auf dieser Insel im August 1814 zwei Vulkane in vollem Ausbruch; er sagt: die Insel sei mit Vulkanen, d. h. mit einzelnen Ausbruchs-Öffnungen, bedeckt. Im Januar 1825 erblickte Scouler über der Insel Albemarle in jeder Nacht einen Vulkan brennen, der ohne Zweifel der Pik von Narborough war; Lord Byron, im Juni desselben Jahres, sah aus dem Eruptionskrater Lava herabfließen. Wild und großartig ist die Scene, welche sich darbietet, wenn man die Galapagos umschifft. „Ungeheüere Kratere, sagt Fitzroy, die unmittelbar aus der See emporstarren, erstaunliche Massen schwarzer Lava, und eine unzählige Menge Fumerolen, die nach allen Richtungen zerstreüt liegen, geben einen Begriff von einem immensen Cyklopischen Schmelzofen. An vielen Stellen sind die aus Lava bestehenden Küstenfelsen sehr hoch, während das Meer, dicht bei ihnen, so tief ist, daß man keinen Ankergrund finden kann. Der Anblick eines Landes von diesem Umfange, das mit Lava überfluthet ist, und der Gedanke an die möglichen Wirkungen von sieben schlafenden Vulkanen, macht einen tiefen Eindruck *).

9. Die Sandwich-Inseln. Owaihi oder Hawai, die größte Insel dieses Archipelagus, ist zugleich die höchste unter allen Inseln des Großen Oceans. Wahrscheinlich bildet der hohe und weitgedehnte Mowna

*) Von der Strömung kalten Wassers längs der Peruanischen Küste ist im I. Bande, S. 575—592, ausführlich die Rede gewesen. Die Vermuthung, welche ich, nach den schönen Strombewegungen des Kapt. Harmßen (Geogr. Almanach auf 1837, S. 312—314), hegte, daß die Galapagos innerhalb dieses kalten Wassers liegen könnten, eine Vermuthung, welche ich auf meiner, noch nicht publicirten Strömungskarte vom Großen Ocean (im physikal. Atlas) angedeütet habe, findet sich vollkommen bestätigt durch Kapt. Fitroy. Er bemerkt in dieser Beziehung: Die Strömung laüft an einigen Stellen drei, vier, ja sogar fünf Meilen in der Stunde (d. i. das Maximum der Bewegung des Golf- und des Kap-Stromes), meistens (generally), aber nicht immer, nach N.W. Auf der einen Seite einer Insel ist die Temperatur der See zuweilen nahe an 80° F. oder $26^2/_3$° Cent., während auf der andern das Wasser eine Wärme von weniger als 60° F. hat. Eine Meereswärme von $15^1/_2$° Cent., das ist die Temperatur des Oceans, welche im Großen Ocean dem 40sten Parallel Nordbreite entspricht, unter dem Äquator wieder zu finden, ist gewiß eine höchst merkwürdige Entdeckung, welche beweist, daß der Strom kalten Wassers von außerordentlicher Mächtigkeit ist, mächtiger, als man zeither vermuthet hat. Die Differenz zwischen den Temperaturen der entgegengesetzten Seiten der Galapagos, d. h. der nordöstlichen und der südwestlichen Seite, schreibt Kapt. Fitroy dem Umstande zu, daß der kalte Strom auf den wärmern stößt, welcher aus der Nachbarschaft der Bucht von Panama herabkömmt.

Roa einen trachytischen Dom, wie der Chimborazo. Er ist nach Horner's berichtigter Dreieckmessung, welche L. von Buch zuerst bekannt macht, 2115', und nach Douglas' Barometer-Beobachtung 2052' hoch. Seine Lage ist Lat. 19° 27' N., Long. 157° 5' W. Offenbar ist Owaihi das Haupt der ganzen Gruppe, und ihr Hauptvulkan wahrscheinlich der Mowna Wororary auf dieser Insel, der eine Höhe von 1687' hat. Am südlichen Fuß des Mowna Roa liegt, in einer Höhe von 605' über dem Meere, ein ungeheürer Krater, Kiraunah genannt, eine Solfatara von nicht weniger als fünfzehn bis sechszehn englischen Meilen im Umfange und 175' Tiefe, deren Boden einen See stets kochender Lava bildet. Auch auf der Ostseite des Mowna Roa, — der einen so gewaltigen, plateauartigen Dom bildet, daß man, in seiner Mitte stehend, keinen andern Horizont erblickt, als den, welchen der Rand des Plateau's beschreibt, — liegt, etwas unter dem Scheitelpunkt, ein zweiter, beträchtlicher Krater. Der höchste Berg von Owaihi ist, nach Douglas' Barometer-Messung, der Mowna Koah, Lat. 19° 50' N., dessen Gipfel sich 2134' über das Meer erhebt; bei einer Höhe von 1986' beginnt ein großes Plateau, auf dem eilf kleine Piks von einigen hundert Fuß Höhe stehen; ein Krater wurde auf demselben nicht bemerkt.

10. Die Marquesas oder der Archipelagus von Mendaña. Hr. von Buch vermuthet, daß die größte und höchste dieser Inseln, Domenica oder Ohiwaua, einen trachytischen Hauptvulkan und einen Krater enthalte. Die Insel ist kaum 500' hoch.

11. Die Societäts-Inseln. Der Berg Tobreonu auf Otaheiti, Lat. 17½° S., Long. 147° O., ist der Centralvulkan dieser Gruppe und Otaheiti selbst die Hauptinsel nicht allein durch ihre Größe, sondern auch für die Verbindung des Innern der Erdkruste mit der Atmosphäre. Der Tabreonu erhebt sich, nach Forsters Bemerkungen, 1917' über die Meeresfläche. Oben auf dem Gipfel befindet sich ein tief eingeschlossener See, den die Bewohner von Otaheiti zu den Naturwundern rechnen; offenbar, sagt Hr. von Buch, ist es ein Krater, vielleicht der Hauptkrater des Gipfels.

12. Die freündschaftlichen Inseln oder der Tonga-Archipelagus. Die Insel Tufoa, Lat. 19° 46' S., Long. 182½° O., trägt einen Vulkan, der in fortwährender Bewegung zu sein scheint; ein großer Lavastrom hatte vom Fuß des Berges bis zum Meere eine große, abschreckende Verwüstung angerichtet, als Bligh die Insel besuchte. Die freündschaftlichen Inseln sind, im Ganzen genommen, verhältnißmäßig niedrige Inseln; nur Tufoa ist hoch, vielleicht 500'; noch höher aber ist

das Eiland Koa, Lat. 19° 42′ S., Long. 182° 37′ O., das einen sehr hohen Kegelberg bildet, der an seiner Basis nur zwei geographische Meilen im Umfange hat. Im nördlichen Theil dieses Archipelagus sah, auf der Insel Amargura oder Gardner, Edwards ebenfalls Spuren eines sehr neüen Ausbruchs, und Rauch erhob sich überall vom Rande des Tafellandes. Diese Insel liegt in Lat. 17° 57′ S., Long. 182° 23′ O.

Die Ostern-Insel, Lat. 27° 8¾′ S., Long. 111° 44′ 51″ W., wird zu den Centralvulkanen zu zählen sein. Chamisso fand ihren Strand aus Lava bestehend, und Beechey sagt ausdrücklich, sie enthalte viele Kratere, von denen aber keiner während seiner Anwesenheit (Novbr. 1825) gebrannt habe. Der höchste Gipfel erhebt sich 188′ über die Meeresfläche.

13. Bourbon, Lat. 20° 55′ S., Long. 53° O. Der Vulkan dieser Insel steht ganz allein und hat keine anderen Inseln um sich vereinigt; er ist einer der mächtigsten auf der Erde und erhebt sich 1251′ über die Meeresfläche.

Es scheint, bemerkt Hr. von Buch, als müsse man zu den Central-Vulkanen auch diejenigen rechnen, welche im Innern der Kontinente gelegen sind, selbst dann, wenn sie nur noch selten Spuren ihrer Wirksamkeit zeigen. Alle diese Vulkane sind übrigens nur sehr wenig bekannt. Zu den hauptsächlichsten gehören: —

(1) Der Demavend, Lat. 36° N., Long. 49⅓° O., wahrscheinlich der höchste Gipfel in der Albors-Kette zwischen dem Kaspischen Meere und dem Plateau von Iran.

(2) Der Ararat, Lat. 39° 42′ N., Long, 41° 57′ O. Obwol Ausbruchs-Erscheinungen von ihm nicht bekannt sind, so wird es doch sehr wahrscheinlich, daß in ihm ein Verbindungskanal vulkanischer Wirkungen verborgen sei, wenn man seine auffallende Form, seine Höhe, seine isolirte Lage, mit den Erscheinungen in Verbindung bringt, welche seinen Fuß von allen Seiten umgeben. Nach Federow's und Parrot's trigonobarometrischen Messungen erhebt sich der höchste Gipfel 2678′,₃ über das Meer. Morier hat am Ararat vulkanische Produkte gefunden, von der man die Meinung aussprach, daß man Raseneisensteine dafür angesehen habe. Allein Hr. v. Hoff hat diese Ansicht mit vollem Rechte bestritten, und L. v. Buch bemerkt jetzt, der Ararat scheine aus kleinkörnigem Trachyt zu bestehen, man finde an seinem Gipfel sogar Obsidian mit zahlreichen Feldspath-Krystallen; doch könne man noch nicht über die Frage entscheiden, ob der Berg jemals ein Vulkan gewesen sey, oder ob man ihn für einen ungeheüern Trachyt-Dom ohne Eruption halten müsse, oder

ob er die Seitenwände eines Erhebungskraters bilde, was nicht wahrscheinlich sei.

(3) Der Seiban-Dagh, am Nordende des Wan-See's, ein ungeheurer, mit ewigem Schnee bedeckter Berg. Sein Fuß ist in weitem Umkreise mit Laven bedeckt.

(4) Die Berge der Tatarei, im Westen von China, welche nach chinesischen Nachrichten von Remusat und Klaproth beschrieben worden sind. Mit eben dem Rechte müßten aber auch die brennenden und Salmiak auswerfenden Berge in Sibirien zu den Vulkanen gezählt werden; am Chatanga im Stromgebiete des Jenissei und am Ursprung des Wilui oberhalb Jakuzk. Hierher gehört auch der durch A. von Humboldt bekannt gewordene Aral-Tube, ein hoher Kegelberg, der sich mitten im Alakul erhebt. Der Peschan oder Eschik Basch, ein thätiger Vulkan auf dem Rücken des Thian Schan oder Himmelsgebirges.

(5) Die vulkanischen Berge von Kordofan, im Innern von Afrika, müssen ebenfalls den Centralvulkanen zugezählt werden.

Die vulkanischen Erscheinungen auf den unwirthlichen Inseln von Neü-Süd-Shetland gehören eher Erhebungskratern als Vulkanen an. Deception-Island, Lat. 63° S., Long. 64° W., hat heiße Quellen, welche an den verhältnißmäßig sehr engen Rändern eines großen Kraters entspringen, und auf Bridgemans-Island, Lat. 62° S., Long. 59½° W., hat man Rauch aus Spalten hervorbrechen sehen.

Wenn wir uns aus einem frühern Kapitel der Bildung der Korallen-Inseln, so wie der vulkanischen Erscheinungen, erinnern, die im Atlantischen Ocean wahrgenommen worden sind (Band I., S. 425 ff.), so ist die Thatsache von hohem Interesse, welche Pöppig aus dem Großen Ocean bekannt gemacht hat. Dieser wackere Reisende traf in Chili mit dem amerikanischen Schiffskapitain Thayer zusammen, der in den Jahren 1824 und 1825 eine Reise nach den südlichen Polargegenden unternommen hatte, um Seehunde und See-Elephanten auf den entlegensten Inseln aufzusuchen, wohin unaufhörliche Verfolgung sie drängt. Nach viermonatlichem Umherkreüzen zwischen Eisbergen sah sich Kapt. Thayer, wegen Kränklichkeit seiner Mannschaft, genöthigt, den Rückweg anzutreten. Es war am 6. September 1825, als er unverhofft ein kleines, felsiges Eiland erblickte, aus welchem ein dichter Rauch aufstieg. In der Vermuthung, daß an diesem unwirthbaren Orte vielleicht eine Zahl von Schiffbrüchigen sich gefangen sehe, legte er bei und ging in seinem Boote ans Land. Bei größerer Annäherung zeigte sich nichts als ein schwärzlicher, völlig vegetationsloser Fels, der kaum einige Fuß über die Meeres-

fläche hervorragte. Er bestand aus einem breiten Ringe, welcher in seiner Mitte einen kleinen Teich enthielt, und an einem Punkt durchbrochen, dem Meere Zutritt zu geben schien. Man landete da, und die Matrosen sprangen ins Wasser, um das Boot über die Untiefe zu ziehen. Allein eben so schnell flüchteten sie, aufs Äüßerste erschreckt, wieder auf das Fahrzeüg, indem das sehr heiße Wasser ihre Füße empfindlich verbrannt hatte. Bei genauerer Untersuchung ergab es sich, daß der Teich (die Lagune) eine Temperatur von 68° F. (oder 20° Cent.) hatte, und daß der Rauch aus mehreren Rissen aufstieg, welche den umgebenden Ring durchbrachen. Mit Ausnahme einer einzigen Stelle, wo sich eine Menge von glänzend schwarzem Sand angehaüft hatte, fand man den Rand nur aus Laven zusammengesetzt; seine Form war fast diejenige eines Kreises, dessen Durchmesser achthundert Schritte überstieg, jedoch war die Abdachung nach Außen so schnell, daß das Senkblei bei 100 Faden Entfernung schon keinen Grund mehr finden konnte. Das Wasser des Teiches, obwol sehr warm, hatte keinen andern Geschmack, als den des Seewassers, allein noch in Entfernung von vier nautischen Meilen von diesem Krater fand man die Temperatur des Meeres um 5½° bis 8¼° Cent. höher, als man sie im Allgemeinen bei dem Kreüzen auf diesen Breiten bis dahin bemerkt hatte. Kapt. Thayer fand die Lage dieses Eilandes Lat. 30° 14′ S., Long. 176° 35′ O. Es erhielt von ihm den Namen Brimstone-Island, weil sich am Rande des Kraters viel Schwefel vorfand *). Eine ähnliche, aber minder verbürgte Entdeckung wurde im Jahre 1828 gemacht. Ein peruanisches Schiff fand, auf seiner Fahrt von Guayaquil nach den Intermedios, in Lat. 22° S., Long. 93° W., eine ziemlich große, vegetationslose und niedrige Insel, aus deren Mitte am Tage eine Rauchwolke, des Nachts eine Feüersaüle emporstieg.

Dies ist das erste Mal, fügt Hr. von Buch in Bezug auf die Beobachtung des Kapt. Thayer hinzu, daß man niedrige Inseln, mit einer Lagune in der Mitte, Rauch und Dampf ausstoßen sah. Diese vulkanischen Erscheinungen müssen nach Verlauf weniger Jahre aufhören; kaum ist es möglich, ein klarer und bestimmter ausgesprochenes Beispiel

*) Die Lage dieser Insel, welche seitdem vielleicht wieder versunken ist, scheint sehr zweifelhaft zu sein. Pöppig fügt der obigen Position die Bemerkung hinzu: „sie befinde sich ziemlich gerade im Süden der Macquarries-Insel.“ Die Gruppe dieses Namens liegt aber in Lat. 54° S., Long. 157⅔°. Läge die Insel unter einem so niedrigen Parallel, als Pöppig sie angibt, so würde die Temperatur der Lagune nichts Außerordentliches dargeboten haben, denn das Meer hat in Lat. 30° S. eine mittlere Wärme von 19°,3 (I. Band, S. 501).

von dem Unterschiede zu finden, der zwischen einem Erhebungskrater und einem echten Vulkane besteht, von denen der erstere nur während der Periode seines Erhebens, der andere aber Jahrhunderte lang thätig ist.

Alle Centralvulkane — so schließt der gelehrte Verf. die erste Abtheilung seiner Denkschrift — erheben sich aus der Mitte basaltischer Umgebungen, ungeachtet ihre Kegel selbst fast überall aus trachytischen Massen bestehen. Von Gebirgsarten anderer Formationen, vorzüglich der primitiven, erscheint entweder keine Spur, wie auf den Inseln der Südsee, oder sie sind doch sehr entfernt, und nicht mit den Vulkanen in unmittelbarem Zusammenhang. Dagegen steigen die Reihenvulkane entweder sogleich aus dem Innern primitiver Gebirgsarten selbst und über den Rücken der Gebirgskette empor, oder Granit und ähnliche Gesteine sind doch in der Nähe, vielleicht noch am Abhange des Vulkans anstehend, wenn die Reihe der Vulkane nur den Fuß der Gebirgsketten oder den Saum der Kontinente begleitet.

Reihen-Vulkane.

1. Die Griechischen Inseln.

Sie sind die einzigen in Eüropa, welche man mit einigem Rechte unter den Reihenvulkanen aufführen könnte; allein es sind bisher immer nur Versuche der Natur gewesen, Vulkane zu bilden, welche zu wirklichen und dauernden nicht gediehen sind. Inzwischen tragen diese Erscheinungen so sehr den Karakter, der übrigens dieser Art von Vulkanen eigenthümlich ist, daß sie wol eine besondere Beachtung verdienen.

Die griechischen Inseln sind nicht sporadisch zerstreüt, oder cycladisch versammelt, sondern durch sie werden die Gebirgsreihen des festen Landes in gleicher Reihe, und mit gleichen Gebirgsarten fortgesetzt, bis in weiter Entfernung die einzelnen Erhebungen nicht mehr als Inseln aus dem Meere aufsteigen können. Sie sind daher nothwendige und wesentliche Bestandtheile von Griechenland selbst, und so sehr, daß man mit vollem Rechte, und blos von der Natur geleitet, auf den aüßersten Felsen von Rampalia setzen könnte: „Hier ist Eüropa und nicht Asien;“ und auf den westlichsten von Cos und Callimene: „Hier ist Asien und nicht Eüropa.“

Ganz Griechenland, vom Golf von Saros bis zur Spitze von Cerigo, wird von stets sich erneüernden, gleichlaufenden Ketten durchschnitten, welche von N.W. nach S.O. quer durch das Land sich hinziehen.

Die Hauptkette ist der Pindus zwischen Epirus und Macedonien, aus Urgebirgsarten bestehend, die sich durch den Oeta und durch Attica

bis zum Kap Sunium fortsetzen. Eine ähnliche Bergkette durchzieht von Thessalien her die Insel Negropont. Beide setzen sich in den Inseln fort; die Kette von Negropont durch Andros, Tine, Mycone, die von Attica durch Zea, Syra, Paros, Naxia, Amorgo, Stampalia. Nicht eine von allen diesen Inseln ist basaltisch oder vulkanisch; Gneis und Glimmerschiefer sind auf ihnen die herrschenden Gebirgsarten. Südlich von der Pinduskette laüft eine hohe, von ihr ganz getrennte Reihe von Kalkbergen der Flötzgebirgsformation, durch Epirus, bildet den Parnaß und den Helicon, senkt sich dann schnell bei Megara und verliert sich mit den wenig erhobenen Inseln Salamis und Egina, von denen die erstere größtentheils, die letztere zum kleinern Theil aus Rogenstein der Juraformation bestehen.

Dann erscheint die Reihe der Trachyt- oder vulkanischen Inseln. Diese Reihe berührt fast den Isthmus von Korinth; zu ihr gehört der größte Theil von Egina, die Halbinsel von Methone, die Inseln von Poros, Milo, Antimilo, Cimolis oder Argentiera, und Polino, Policandro und Santorin. Alle diese Inseln haben wahrscheinlich den Thonschiefer durchbrechen müssen, der in Böotien, südlich von Theben, unter dem Kalksteine liegt, denn Santorin, eine der merkwürdigsten und lehrreichsten Inseln der Erdoberfläche, hat den Thonschiefer sogar mit in die Höhe gebracht. Santorin, Therasia und Aspronisi sind ein wesentlich zusammengehörendes Ganze, das gleichzeitig erhoben worden ist, sie bilden einen Erhebungskrater, den man nirgends schöner, regelmäßiger und vollständiger sehen kann. Dagegen haben die Versuche der Natur, in der Mitte dieses Erhebungskraters einen Vulkan zu bilden, nicht aufgehört, so weit Geschichte und Tradition reichen. 184 Jahre vor Christi Geburt erhob sich in dieser Mitte die Insel Hiera, welche man jetzt Palaio Kameni nennt; und wahrscheinlich später auch noch mehrere Felsen in der Nähe. Im Jahre 1427 erhielt diese Insel eine neüe Vergrößerung, und 1573 bildete sich, unter großem Ausbruch von Dampf und Bimssteinen, die kleine Kameni, ganz in der Mitte des Bassins, und endlich von 1707 bis 1709 die neüe Kameni, welche noch fortwährend Schwefeldämpfe ausstößt. Alle diese Eilande bestehen aus Trachyt, und ihre Oberfläche ist mit schwarzen Bimssteinen bedeckt. Kratere enthalten sie aber nicht; die kleinen Öffnungen auf der Micra Kameni sind mehr Spalten als wahre Kanäle zum Innern. Daher ist auch der Vulkan nicht stetig geblieben, und Santorin ist immer noch Erhebungsinsel, und kann auf der Liste der wirklich brennenden Vulkane mit

vollem Rechte noch nicht aufgeführt werden *). Einer ganz ähnlichen Bildung verdankt Milo sein Dasein; auch diese Insel ist ein Erhebungskrater, der auf seiner Spitze, dem Monte Calamo, Schwefeldämpfe aushaucht, eine wahre Solfatara trägt. Alle übrigen Inseln der Reihe sind Felsen von Trachyt; auch überall mit Bimssteinen und Trachyt-Bruchstücken bedeckt, daher sie alle wahrscheinlich einzelnen Ausbrüchen ihr Entstehen zu verdanken haben. Was diese griechischen Inseln den vulkanischen Reihen noch näher stellt und ihre Ähnlichkeit mit diesen bedeütend vermehrt, ist die gänzliche Abwesenheit von Basalt oder basaltischen Gesteinen in ihrer Erstreckung. Hierdurch unterscheidet sich die griechische Reihe ebenfalls wesentlich von den Centralvulkanen. Basalt ist überhaupt den griechischen Küsten ganz fremd, dagegen findet er sich außerhalb der oben nachgewiesenen Ketten nicht selten: denn basaltische Schichten bilden nicht allein Lemnos, sondern auch ganz Mytilene; basaltische Saülen erscheinen in fortlaufenden Wänden am Ida, unfern von Troja, und basaltische Laven sind bei Pergamus und auf dem Wege nach Smyrna aus Eruptionskegeln geflossen **).

*) Nach den Wahrnehmungen von Virlet erhebt sich der Boden des Kraters von Santorin fortwährend; 1834 war er nur noch 12 Fuß von der Oberfläche des Wassers entfernt.

**) Indem wir diesen Auszug aus dem Werke des Hrn. von Buch niederschreiben, verbreiten die Tagesblätter die Nachricht von einem Erdbeben, welches die griechischen Inseln auf eine furchtbare Art heimgesucht zu haben scheint. Ein Handelsschreiben aus Triest meldet über dieses schreckliche Natur-Ereigniß u. a. Folgendes: „Seit dem 19. März 1837 verwüstet ein fürchterliches Erdbeben die Insel Hydra; es wiederholt sich täglich mehrere Male und wird die ganze Stadt, die aus hohen, massiven Haüsern besteht, in einen Schutthaufen verwandeln; über sechshundert Haüser sind bereits eingestürzt, und alle Bewohner, von denen einige umgekommen sind, haben sich auf die Schiffe geflüchtet. Egina, Poros und Santorin sollen auch sehr gelitten haben; auf Poros hat sich die Erde gespalten, ein Städtchen mit tausend Menschen ist gänzlich verschwunden, und von der Insel Santorin soll enie gute Hälfte in's Meer versunken sein. Die Zahl der Verunglückten wird in dem einen Bericht auf vier bis fünf tausend, in dem andern gar auf zwanzig tausend angegeben. Zum Glück darf man hoffen, daß diese Angaben übertrieben sind." Spätere Nachrichten, die nach München gelangten, erwähnen des Unterganges von Santorin mit keiner Sylbe; „im Gegentheil," heißt es darin, „scheint der vulkanische Bergkegel der Halbinsel Methone der Mittelpunkt dieses Erdbebens gewesen zu sein, und die Griechen glaubten auch um so mehr, daß sich das unterirdische Feüer dort Luft machen werde, da sich in der ganzen Gegend ein höchst unangenehmer Geruch verbreitete." Das Erdbeben war auch in Athen fühlbar gewesen; insbesondere hatten die stärkeren Erschütterungen am 28. März und 3. April auf der Akropolis Schaden

2. Westaustralische Reihe.

So nennt L. von Buch die Reihe von Vulkanen, die sich von Neüseeland bis nach Neüguinea erstreckt. Er macht dabei zunächst auf die veränderte Gestalt merksam, welche die Südsee-Inseln, mit dem Meridiane von Neüseeland, annehmen. Statt der runden Formen und der hohen Kegelberge, welche sich mit andern ganz flachen Inseln zu einzelnen, mit einander nicht korrespondirenden Gruppen vereinigen, erscheinen nun schmale, hohe und langgestreckte Inseln, wie Gebirgsketten, und alle so genau in einer bestimmten, wenn auch gekrümmten Richtung, daß man sie nothwendig vereinigen und als ein Ganzes ansehen muß. Dieser äußern Gestalt, welche um so auffallender erscheint, wenn man erwägt, daß die Reihe dieser Inseln mit der Küste des gegenüberliegenden Festlandes von Australien gleichlaufend ist, schließt sich auch die innere Beschaffenheit an: so weit die Beobachtungen reichen, treten in diesem Inselzuge überall primitive Gesteine auf, an deren äußerem Saum die Vulkane hervorbrechen. Die einzelnen Glieder dieser Kette sind folgende:

1) Der Berg Egmont auf der nördlichen Insel von Neüseeland, und zwar an ihrer Westseite, im nordwestlichen Winkel von Cook's Straße.

2) White-Island, die weiße Insel, in der Plenty Bai; Lat. 37° S., Long. 185° W. Dabei erhebt sich der Mount Edgecombe ungefähr 1506′ über die Meeresfläche.

3) Mathew-Vulkan, Lat. 22° 22′ S., Long. 168° 55′ O.; diesen Vulkan, welchen man bisher nur als einen nackten, kalten Felsen kannte, welcher 25 Meilen weit sichtbar ist, sah Dumont d'Urville am 26. Januar 1828 in vollem Ausbruch, zu seiner nicht geringen Verwunderung, fügt er hinzu.

4) Tanna, eine Insel im Archipelagus der Neüen Hebriden, Lat. 19° 30′ S., Long. 167° 9′ O. Der Vulkan, welcher nur 71′ hoch ist, liegt im südwestlichen Theil der Insel am Fuß einer Bergkette, deren Höhe mindestens zwei Mal höher ist.

---

angerichtet. Hydra litt am meisten durch die Erschütterung am 20. März, doch wird die Zahl der eingestürzten Haüser in dem neüern Bericht nur auf vierzig bis sechszig angegeben; sie bestätigen übrigens, daß Poros, wo der Hafendamm an mehreren Stellen geborsten ist, und auch Spezzia gelitten haben; auf Hydra war der sogenannte χαιμένη (verbrannte Theil) am meisten ausgesetzt, alle Cisternen waren daselbst geborsten. — Von Methone sagt Strabo: es sei daselbst ein flammender Ausbruch geschehen und (ein Feüerberg) emporgehoben worden, „sieben Stadien hoch; am Tage unzugänglich vor Hitze und Schwefelgeruch, aber des Nachts wohlriechend, weithin leüchtend und so erhitzend, daß das Meer siedete fünf Stadien weit, und trübe war wol auf zwanzig Stadien, auch durch abgerissene, thurmhohe Felsenstücke verschüttet wurde."

5) Ambrym, in demselben Archipelagus, im Osten der großen Insel del Espiritu Santo; Lat. 16° 15' S., Long. 166° O.

6) Volcano-Insel, in der Gruppe von Santa-Cruz, Lat. 10° 23½' S., Long. 163° 18' O. Der vulkanische Kegel hat nach Carteret's Schätzung nur eine Höhe von etwa 33 Toisen.

7) Sesarga, Lat. 9° 58' S., Long. 158° 1½' O., unter den Salomons-Inseln bei Guadalcanar. Den Namen Sesarga erhielt diese Vulkaninsel von dem Entdecker Mendanna; wahrscheinlich ist sie einerlei mit dem, auf der Südwestspitze von Guadalcanar stehenden Lammas-Berge von Shortland, der diesen Berg für höher hält als den Pik von Teneriffa.

8) Vulkan auf Neü-Britannien, am Eingange des St. Georgs Kanal, auf dessen Westseite. Lat. 5° 12' S., Long. 149° 39' O. Er ist sehr hoch, rund, und gegen den Gipfel spitz.

9) Dampier's Vulkan an der Ostseite von Neü-Britannien, unweit vom Kap Glocester. Lat. 5° 25' S., Long. 145° 50' O. Diesen sowol als den vorigen hat Dampier zuerst gesehen. Nicht unwahrscheinlich ist es, daß dieser Feüerberg einerlei ist mit Labillardière's Vulkan, Lat. 5° 32' S., Long. 145° 45' O. Labillardière, ein Reisegefährte des Admirals d'Entrecasteaux, erzählt, man habe 1793 Dampier's Vulkan ruhend gefunden, statt seiner aber, einige Meilen im Süden, auf einer kleinen Insel einen andern Vulkan in vollem Ausbruch; der Rauch stieg bis weit über die Höhe der Wolken.

10) Vulkan an der Nordküste von Neü-Guinea; Lat. 4° 52' S., Long. 142° 56' O. Auch dieser, so wie die beiden folgenden Feüerberge sind von Dampier gesehen worden. Er liegt zwei Meilen von Strande und ist sehr spitz.

11) Vulkan in der Mitte von fünf kleinen Inseln, zwölf Meilen von der Neü-Guinea-Küste entfernt; Lat. 3° 55' S., Long. 141° 55½' O. Schouten und Le Maire haben ihn entdeckt; auch sahen sie noch zwei andere Inseln rauchend, allein sie haben die Lage derselben nicht bestimmt.

12) Vulkan auf der aüßersten Westspitze von Neü-Guinea, wahrscheinlich in Lat. 1° 50' S., Long. 126° 59½' O. Seit Dampier, der ihn im Jahre 1700 rauchen sah, hat man ihn nicht wieder gesehen. Er wird als sehr hoch beschrieben.

Diese Vulkanreihe, heißt es bei L. v. Buch, vereinigt sich an der Westseite von Neü-Guinea mit zwei andern, höchst merkwürdigen Reihen zu einem wahren vulkanischen Knoten. Es sind die Reihen der Vulkane der Sunda-Inseln von Westen her, die der Philippinen und Molukken von Norden herunter. Beide aber bilden die aüßere Begränzung des Kontinents von Asien, deütlicher und bestimmter noch als die westaustralische Reihe die Begränzung des Festlandes von Australien war. Die Sunda-Vulkane, eine fast unglaubliche Zahl, ziehen sich immer auf den aüßersten Inseln fort, durch Djava und Sumatra, und verlieren sich erst im Meerbusen von Bengal, wo das vorliegende Kontinent ausgedehnter und zusammenhangender wird. Auf gleiche Art steigt die Reihe der

Molukken und der Philippinen gegen Japan und umfaßt Asien von der Ostseite. In der Mitte der Inselwelt, im Chinesischen Meere sind dagegen vulkanische Erscheinungen selten, Vulkane selbst fast ganz unbekannt. Die große oxydirte und erhobene Masse des Kontinents von Asien verhindert die Verbindung des Innern mit der Atmosphäre. Diese Verbindung wird aber an den Rändern, wo das Kontinent aufhört, durch ungeheüere Spalten wieder hergestellt, auf welchen die Vulkane sich als Verbindungskanäle erheben.

3. Reihe der Sunda-Inseln.

1) Wowani auf Amboina, Lat. 3° 40′ S., Long. 126° O., ein sehr hoher und steiler Berg im westlichen Theil der größern Insel Hitu.

2) Gunong Api (d. h. brennender Berg) von Banda, Lat. 4° 30′ S., Long. 127° 40′ O., ein steiler Berg, durch den einer der thätigsten Verbindungskanäle zu gehen scheint, denn man hat ihn fast nie ruhend gesehen. Tuckey schreibt ihm nur eine Höhe von 30[illegible]′ zu; allein der Holländische Kapt. Verhuell, welcher den Vulkan bestieg, spricht von 4000 Fuß tiefen Abgründen; der Berg gewährt einen wilden, entsetzlichen Anblick, der ganze Kegel besteht aus einer Masse lose über einander gestapelter Lava, welche, bemerkt Verhuell, wüst und nackt gegen den dunkelblauen, vom Mond erhellten Himmel abstachen; die Krone des Berges war von Schwefeldämpfen umhüllt, und hin und wieder schienen aus dem Krater Feüerstrahlen zu schießen.

3) Siroa, Cerowa, Sorea, Lat. 6° 10′ S., Long. 128° 20′ O., bekannt durch einen gewaltigen Ausbruch im Jahre 1693, wobei der Berg zum Theil einstürzte und ein feüriger See gebildet wurde.

4) Nila, Lat. 6° 56′ S., Long. 127° 31′ O. Diese Insel, sagt L. v. Buch, enthält eine Solfatara, daher wol auch einen Krater; sie ist sehr hoch. Auf der Ostseite, bemerkt Horsburgh, steht ein Berg, der ein Vulkan sein soll.

5) Domme, Lat. 7° 20′ S., Long. 126° 16′ O. enthält, nach Valentyn, einen großen Vulkan.

6) Gunong Api, in Lat. 6° 35′ S., Long. 124° 20′ O., ein hoher Kegelberg, der fünfzehn bis sechszehn große Seemeilen weit gesehen werden kann. Er ist in beständiger Bewegung und wirft immer Rauch aus.

Das kleine Eiland (Pulo) Cambing, oder Passage Island, Lat. 8° 20′, Long. 123° 19′ O., trägt einen sehr hohen Berg von kegelförmiger Gestalt, und dürfte deshalb auch wol ein Vulkan sein.

7) Pantar; diese Insel, welche sich von N.O. nach S.W., ungefähr 25 geographische Meilen erstreckt, ist sehr hoch; drei Gipfel, die ihrer Lage nach ein Dreieck bilden, erheben sich auf derselben, und einer davon ist ein Vulkan; wahrscheinlich der auf der Ostseite stehende, der am höchsten ist. Er liegt in Lat. 8° 25′ S., Long. 122° O.

8) Lomblen (Lombatta); ein sehr hoher, runder und spitzer Pik, an der

Straße von Allu, sagt L. von Buch. Auf der nordwestlichen Spitze der Insel steht ein anderer hoher Kegelberg, den man 16 bis 17 große Seemeilen weit erblicken kann; er liegt in Lat. 8° 12′ S., Long. 121° 32′ O.

Die Insel Flores, Mangerye oder Erde hat, so weit die Nachrichten reichen, drei Vulkane, die von Osten nach Westen folgendermaßen liegen:

9) Der Berg von Lobetobie, Lat. 8° 35′ S., Long. 120° 28′ O., an der Südostspitze der Insel, gegen die Straße Flores.

10) Vulkan in Lat. 8° 43′ S., Long. 119° 10′ O., ungefähr in der Mitte der Insel.

11) Vulkan in Lat. 8° 52½′ S., Long. 118° 50′ O., in der Nähe der südlichen Küste; beide sind sehr hoch. Vermuthlich ist auch die Thurm-Insel (Tower Island), welche dicht vor der Südküste von Flores ungefähr fünf und dreißig geogr. Meilen östlich von der Südwestspitze liegt, ein Vulkan, denn sie erhebt sich fast senkrecht von der Mitte zu einem hohen Pik.

12) Sandalwood oder Sandelbosch-Insel, Djindana der Malaien, trägt auf seiner Nordwestspitze einen hohen Pik, welchen man fünfzehn deütsche Meilen weit erblicken kann; er soll ein Vulkan sein; Lat. 9° 20′ S., Long. 116° 58′ O.

13) Gunong Api, ein kleines Eiland am nordwestlichen Eingange der Sapy-Straße, nur drei bis vier geogr. Meilen von der Nordostspitze der Insel Sumbawa entfernt. Das Eiland bildet einen sehr hohen Berg, der aus zwei Gipfeln besteht, welche in der Richtung von N.W. nach S.O. neben einander liegen. Der östliche Gipfel führt bei den englischen Seefahrern den Namen Lava Pik; Lat. 8° 11′ S., Long. 116° 45′ O. — Vielleicht dürfte auch die kleine Insel Gilibanta, welche in der Mitte der Sapy-Straße liegt, ein Vulkan sein, denn es erhebt sich in ihrer Mitte ein ausgezeichneter Kegelberg, der aber nicht so hoch ist als Gunong Api.

Darf man überhaupt von der aüßern Form der Berge auf ihre innere Beschaffenheit schließen, so möchte auch der Südrand von Celebes Vulkane enthalten; namentlich möchte in die Klasse der Feüerberge gehören: Der Berg von Bonthian, Lat. 5° 28′ S., Long. 117° 25′ O., von dem Horsburgh sagt, er sei „erstaunlich“ hoch, und er senke sich in mehreren Felsenriffen zur See hinab, — ferner der Berg von Bule Comba, Lat. 5° 30′ S., Long. 117° 49′ O., der als isolirter Kegelberg aus der flachen Küste hoch emporsteigt; endlich der Pik von Cambyna, Lat. 5° 21′ S., Long. 119° 37′ O., welcher in der Mitte der Insel hoch hervorragt, wie es scheint, aus einer kranzförmigen Bergumgebung.

14) Tumbora oder Arons Berg auf Sumbawa, Lat. 8° 9′ S., Long. 115° 23′ O., berühmt wegen des furchtbaren Ausbruchs, welcher im April 1815 Statt fand. Seine Höhe wird auf 800′ bis 1200′ geschätzt.

15) Lombock; der ganze nördliche Theil dieser Insel soll nach Crawfurd aus niedrigem, nach Horsburgh dagegen aus hoch emporstrebendem Lande bestehen, auf dem sich der Pik erhebt. Er liegt in Lat. 8° 21½′ S., Long. 114° 6′ O.,

und ist nach der von Horsburgh im Jahre 1796 angestellten trigonometrischen Messung 1358' hoch; sein Gipfel hat einen großen Krater. Er scheint seit langer Zeit nicht gebrannt zu haben.

16) Bali Pik, Lat. 8° 24' S., Long. 113° 4' O., in der Landschaft Karang Assam.

Kein Land zeichnet sich mehr aus als Djava: die Vulkane häufen sich auf dieser Insel in fast unglaublicher Zahl, immer noch in gleicher Richtung fort, als äußerer Saum der Inseln des Chinesischen Meeres, nur lassen sich in der Hauptrichtung, welche die der Insel selbst ist, gleichsam einzelne Querspalten erkennen, welche aber die Gränzen der Insel nicht überschreiten. Die Vulkane sind fast alle in der Mitte der Insel vereinigt; nur wenige berühren die Küste, die auf der Nordseite sowol als Südseite aus Felsen von Kalkstein bestehen, den die Vulkane sehr wahrscheinlich durchbrochen und aus der Tiefe emporgehoben haben. Jenseits dieser Kalksteinberge scheint das Innere der Insel, gegen die Vulkane hin, mehr oder minder basaltisch zu sein; primitive Gesteine sind sehr selten. Von Bimssteinen ist bei den Ausbrüchen nie die Rede; fast eben so wenig von Lavaströmen; ja Reinwardt sagt ausdrücklich, man kenne kein Beispiel, daß die heftigste und zerstörendste Eruption je von einem Lavaerguß begleitet gewesen sei*). Obsidian kommt selten vor, eben so der Trachyt selbst; nur einer der Vulkane, der Tilo, besteht ganz daraus. Beginnen wir die Aufzählung der Djavanischen Vulkane an der Ostseite, so zeigt sich zuerst:

17) Der Taschem oder Idjeng, etwa 1000' hoch, mit einem 400 Fuß tiefen Krater. Leschenault fand im Krater einen See von Schwefelsaüre, die sich durch den Songi Pahete (Sauerfluß) in den Songi Poutiou (weißen Fluß) und mit diesem in's Meer ergießt. Als Reinwardt diesen Vulkan im Jahre 1821 besuchte, fand er ihn ganz verändert; eine Eruption, die 1817 Statt gefunden, hatte ihn fast unkenntlich gemacht. — Der Talaga-wurung, am Kap Sedano, der nordöstlichsten Spitze von Djava, ist kein Vulkan, sondern ein Basaltberg.

18) Der Ringgit, an der nördlichen Seeküste.

19) Lamongan; am 8. December 1808 wurde ganz Djava von einem furchtbaren Erdbeben erschüttert, und bald darauf hatte dieser Vulkan einen schrecklichen Ausbruch.

20) Dasar; der Krater dieses Feüerberges ist nicht rund, sondern von Ost nach West langgestreckt.

---

*) Doch spricht Leschenault von Laven am Taschem, und Horsfield von Laven in Strömen und Brocken am Guntur (Raffles history of Java, p. 15). L. v. Buch sagt von der Eruption des Merapi, am 29. December 1822, die Hälfte des Berges sei mit fließender Lava umgeben gewesen.

21) Semiru, Smiro oder Mahamiro, gleich südlich bei dem vorigen. Man hält ihn für den höchsten Berg auf Djava. Er bildet mit dem Dasar den Mittelpunkt des Tengger oder Tingertschen Gebirges. Die Höhe desselben läßt sich einigermaßen aus dem Umstande beurtheilen, daß in dem bewohnten Orte Dasar (Lat. 8° S.) im Monat Juli 1804 Eis gefror, welches die Dicke eines Dukatens hatte.

22) Ardjuna (ob identisch mit Indorowati?); seine Höhe beträgt nach Raffles 1664'.

23) Klut, soll schon im Jahre 1019 einen Ausbruch gehabt haben.

24) Wilis; dieser scheint den Mittelpunkt einer ganzen vulkanischen Gruppe zu bilden, die indeß nicht untersucht ist. — Überhaupt ist es noch zweifelhaft, ob nicht der Kawi, östlich vom Klut, der Panankanan, nördlich beim Ardjuna, der Weni, nördlich und der Yiang, östlich beim Lamongan, nicht auch thätige Feüerberge seien. Sie kommen auf Raffles und Horsfields schönen Karten vor; auch hat sie L. v. Buch in die seinige aufgenommen, nicht aber in seine Liste.

25) Lawu oder Luwu.

26) Djapara; der Berg, welcher sich auf der Halbinsel dieses Namens erhebt, wird in der nach Reinwardts Papieren bearbeiteten Darstellung der Vulkane von Djava als Feüerberg aufgeführt. In L. v. Buch's Liste kommt er nicht vor, wahrscheinlich, weil Horsfield nichts von ihm sagt, obwol er ihn in seiner Karte genau gezeichnet hat. — Nun folgen drei Berge, welche ihrer Lage nach die Hauptrichtung der vulkanischen Thätigkeit fast rechtwinklig durchschneiden, und demnach auf einer Querspalte zu liegen scheinen; sie sind von S.S.O. nach N.N.W.:

27) Merapi,

28) Merbabu und

29) Ungarang, nicht weit von der nördlichen Küste, im Süden von Semarang. Auf Horsfields Karte steht die Bemerkung, daß der Krater erloschen sei.

30) Sindoro und Sumbing (Sundoro und Sunding) oder die zwei Brüder. Diese beiden Berge kommen in der Liste von Van der Boon Mesch als Vulkane vor; L. v. Buch giebt sie nicht als solche an. In einem Bericht von Loudon wird eines Berges Djung gedacht, an dessen Fuße zwei Kratere liegen, welche beständig Rauch auswerfen. Dieser Djung ist wahrscheinlich identisch mit dem Sindoro; auf dem Wege von der Ortschaft Batur, welche am westlichen Fuß des Sindoro liegt, nach dem eben genannten Djung, findet man eine erloschene Solfatara, Guwo Upas, oder das Gift-Thal genannt, die eine so große Masse von Kohlensaüre aushaucht, daß kein lebendes Wesen sich ihm nähern darf, ohne sofort todt niederzusinken.

31) Gede oder Tegal, Tagal; nach dem Semiru der höchste Berg auf Djava, weit über 1660' hoch.

32) Tschermai, der wegen seiner Lage bei Cheribon auch nach diesem Orte genannt wird.

Bestimmter ordnen sich nun die Vulkane der Insel in zwei parallele Reihen, die kürzere im Norden, die längere im Süden, an ihren Ostenden durch eine von Norden nach Süden ziehende Kette verbunden. Das

ganze Thal, welches zwischen den beiden Parallelreihen liegt, scheint nichts anderes als eine ungeheüere Spalte, eine Art Gewölbe zu sein, unter welchem die vulkanische Kraft, auf einem Raum von zwanzig d. Meilen in der Länge und sieben bis acht Meilen in der Breite, mit großer Thätigkeit sich entwickelt. Auf dem Querriegel liegen, von Norden nach Süden gezählt, drei Feüerberge, zunächst:

33) Der Gneung Kraga, welcher von Hrn. v. Buch nicht aufgeführt wird.

34) Talaga Bodas, dessen Krater von einem See ausgefüllt ist, der zweitausend Fuß im Durchmesser hat; seine Höhe beträgt 858^{t},5 nach Reinwardt's Messung.

35) Galung Gung, etwas südlich von dem vorigen; er öffnete sich zum ersten Male am 8. Oktober 1822. Bis dahin war dieser Berg nicht als Vulkan bekannt gewesen *).

*) Hr. v. Buch giebt von jenem Ausbruche folgende höchst interessante Nachricht: Schon im Lauf des Monats Juni 1822 war das Wasser des Flusses Tschikumir, der von dem damals sehr angebauten und stark bevölkerten Berge herabkommt, getrübt worden; es setzte ein weißes Pulver ab, hauchte einen Schwefelgeruch aus, wurde saüerlich und fing an sich beträchtlich zu erwärmen, und kündigte so den großen Auflösungsprozeß an, der sich im Innern der Erde entwickelte. Den 8. Oktober, um ein Uhr Nachmittags, hörte man ein furchtbares Getöse; unmittelbar darauf ward der Berg in eine undurchdringliche Rauchwolke gehüllt, und Ströme heißen, schwefligen und schlammigen Wassers stürzten von allen Seiten an seinem Abhange herab und verwüsteten und rissen Alles mit sich fort, was sie auf ihrem Wege antrafen. Mit Schrecken sah man in Badang den Fluß Tschiwulan eine ungeheüere Menge Leichname von Menschen, Rindvieh, Rhinoceros, Tigern, Hirschen, und selbst ganze Haüser vor sich her dem Meere zutreiben. Diese Eruption heißen schlammigen Wassers dauerte zwei Stunden, die hinreichend waren, eine ganze Provinz zu verwüsten und zu zerstören. Um drei hatte dieser Ausbruch aufgehört, aber nun erfolgte ein dichter Regen von Asche und Rapilli, der die bisher verschonten Felder vernichtete und alle Baüme verbrannte. Um fünf Uhr war die Ruhe vollkommen wieder hergestellt und der Berg ward wieder sichtbar. Aber dieser kurze Zeitraum hatte hingereicht, alle Wohnungen, alle Dörfer bis auf viele Meilen weit mit Schlamm zu bedecken. Am 12. Oktober, um sieben Uhr Abends, erneüerten sich diese schrecklichen Phänomene. Auf eine allgemeine Erschütterung folgte ein Ausbruch, dessen Getöse man die ganze Nacht hörte. Neüe Schlammströme stürzten sich in's Thal und rissen Felsen und ganze Wälder mit sich fort, so daß Hügel in Gegenden aufgeschüttet wurden, wo wenig Augenblicke vorher noch alles glatt und eben gewesen war. Bald war es unmöglich, dieses vorher so fruchtbare und bevölkerte Thal wieder zu erkennen. Alle Bewohner, ohne an die Flucht denken zu können, wurden unter diesem Schlamm begraben, und man glaubt, daß während dieser Nacht allein in dem Distrikt Singaparna, der auf der Nordseite dieses schrecklichen Berges liegt, mehr als zweitausend Menschen um's Leben gekommen sind. Der Vulkan hatte im Verlauf dieser Zeit sein Ansehen sehr verändert; er hatte an

Auf den von O.S.O. nach W.N.W. ziehenden Parallelreihen liegen die nachstehend genannten Vulkane.

Südliche Reihe.

36) Tschikura, oder Tschikurai, 648' hoch, der südöstlichste Vulkan dieser Reihe; auf ihn folgen der Reihe nach:

37) Papandayang, bekannt durch den großen Ausbruch vom 12. August 1772, in Folge dessen das ganze Land umher auf drei d. Meilen Länge und fünf Viertelmeilen in der Breite versank; vierzig Dörfer gingen unter.

38) Gunong Guntur, d. h. Donner-Berg, weil er beständig kracht. Er liegt außerhalb der Reihe, im Thale, nördlich von dem Papandayang, und ist 952' hoch. Hier ist in der Nähe die Solfatara Kiamis.

39) Wyahan.

40) Malawar, 1035' hoch.

41) Sumbung, 873' hoch.

42) Tilu, 948' hoch, aus drei Piks bestehend.

43) Tombak-Pacyong, 922' hoch. — Diese fünf sind ruhende, oder ausgebrannte Vulkane.

44) Baduwa oder Patacka, 1158' hoch, gehört zu den ältesten Vulkanen auf Djava. Er hat zwei Kratere, von denen der eine, im Süden, ein kreisrundes Bassin bildet, dessen Boden, mehr denn 700 Fuß tief, mit einem großen Schwefelsee ausgefüllt ist. Der andere Krater ist trocken und bewachsen.

Höhe abgenommen und eine abgestumpfte Gestalt erhalten; seit dieser Eruption blieb er in Bewegung; noch am 12. November rauchte er und wirbelte Dampfwolken zum Himmel empor. Blume, der diesen Schlamm untersuchte, fand ihn von brauner Farbe, er war erdig, zerreiblich, er hauchte einen Schwefelgeruch aus und brannte leicht; ohne Zweifel bestand er großen Theils aus Schwefel. Die Malaien nennen diesen Schlamm „Büah“, d. h. Teig, und es leuchtet ein, daß diese Substanz ähnlich ist der Moja von Quito, welche im Jahre 1798 die unglückliche Stadt Riobamba bedeckte. Es scheint daher, fügt Hr. v. Buch hinzu, daß die vulkanische Thätigkeit auf der Insel Djava zu gleicher Zeit eine ungeheure Menge schwefeliger und wässeriger Dämpfe entwickelt, die, indem sie die Felsen, aus denen das Innere des Berges zusammen gesetzt ist, angreifen, diese zersetzen, bis daß ein Teig, ein Büah, daraus entsteht, und daß endlich, wenn die feste Masse auf eine Weise zerstört ist, um nicht länger Widerstand leisten zu können, die Dämpfe sich nach Außen Bahn brechen und die flüssige Substanz durch die Spalten hervorbricht, nicht wie eine zähe Lava, sondern als Wasserströme, die durch jede kleine Öffnung, die sie zu erreichen vermögen, herausspringen. So sind alle diese Wasser als destillirtes Wasser zu betrachten. Vermuthlich gilt dasselbe von den beiden Flüssen, welche aus dem Krater des Idjen hervorbrechen, denn dieser Krater liegt fast auf dem Gipfel eines isolirten Berges, der von keinem andern Berge in der Nachbarschaft überragt wird.

Nördliche Reihe.

45) Manglayang; dieser wird als der östlichste Vulkan der nördlichen Reihe genannt; vielleicht muß aber der noch östlicher liegende Berg Marupung auch in diese Kategorie gestellt werden.

46) Bukit Djarriang.

47) Bukit Tunggil. Diese drei Vulkane sind erloschen, oder mindestens unthätig.

48) Tankuban Prahu, von der Gestalt eines umgestürzten Nachens (Prahu heißt Boot); er hat seit undenklichen Zeiten keine größere Eruption gehabt, ist aber im Innern stets thätig geblieben. Sein Krater ist wahrscheinlich der größte auf ganz Djava; der Rand desselben steigt auf und ab, ist auf der Südseite 250 Fuß senkrecht hoch und auf der Westseite noch viel höher. Der Umfang beträgt ungefähr 1½ geogr. Meilen. Der Boden des Kraters ist ein unregelmäßig ovaler See von 100 Ellen im größten Durchmesser; sein milchweißes Wasser brodelt beständig von schnell entwickelten großen Blasen fixer Luft; es stößt einen schwefligen Geruch aus und schmeckt abstringirend und etwas salzig. Horsfield fand die Temperatur desselben 44°,3 Cent.

49) Buangrang oder Burungtang (bei Raffles); auch dieser Vulkan ist erloschen.

Nach diesen Vulkanen, die das Hochthal des Tschi-tarum gleichsam wie eine Allee begleiten, vereinigen sich die beiden Reihen wieder zu einer Kette in dem Vulkan Gede.

50) Gede, ungefähr im Meridian von Batavia, von wo aus er, wie die ganze Reihe, sichtbar ist; man nennt sie dort ihres Aussehens wegen die blauen Berge. Der Gede hat nach Blume's Messung eine Höhe von 1544ᵗ,7.

51) Salak, 1121ᵗ hoch. Dieser Vulkan liegt Batavia am nächsten.

52) Gagak, dessen Krater zuweilen Ausbruchserscheinungen zeigt. Nach einer ziemlichen Unterbrechung, die größer als alle bisherigen auf der Insel ist, folgen nun in gleicher Richtung, auf der nordwestlichen Ecke von Djava, in der Landschaft Bantam:

53) Pulusari.

54) Karang, 823ᵗ hoch, die Seefahrer nennen diesen Vulkan Golgatha.

55) Djalo, und zuletzt der westlichste

56) Djunging, unmittelbar am Meere gegen die Sunda-Straße.

Diese vier Vulkane, welche bis auf den Korang, aus dessen Klüften fortwährend Dämpfe emporsteigen, ausgebrannt zu sein scheinen, sind unter dem Namen des Pepper Gebergte (Pfeffer-Gebirges) bekannt.

Indem man die Insel Djava verläßt, stellen sich in der Sunda-Reihe folgende Vulkane dar:

57) Cracatoa, oder Rakata, in der Sunda-Straße; der Pik liegt an der Südostspitze des Eilands in Lat. 6° 8′ S., Long. 103° 5′ O. Paris. Es ist ein Ausbruch vom Jahre 1680 bekannt, bei dem die See mit Bimssteinen bedeckt

wurde, worunter viele größer als eine Faust waren. Hier wird also zuerst wieder des Bimssteins erwähnt, was auf Trachyt im Innern des Berges schließen läßt. Seit jener Zeit hat der Vulkan von Cracatoa geruhet, kein Seefahrer der neüern Zeit hat ihn brennend gesehen, obwol er auf der großen Straße von China nach Europa, in einem der besuchtesten Fahrwasser der Erde liegt. Cracatoa's ausgezeichneter Kegelberg, ein wahrer Fanal für die Sunda-Schiffer, bildet das Verbindungsglied zwischen den Vulkanen von Djava und den Vulkanen von Sumatra, und die Richtung der vulkanischen Thätigkeit, welche der Hauptsache nach den Parallelkreisen folgte, verändert sich nun gegen Nordwesten; Cracatoa ist der Wendepunkt.

Auf Sumatra sind bisher folgende Feüerberge bekannt geworden:

58) Gunong Dempo, Lat. 3° 54′ S., ein dreigipfliger Vulkan, der fast beständig in Rauchwolken gehüllt ist; seine Höhe wird auf 1877′ geschätzt. — Nördlich von diesem Berge, in der Landschaft Serampei, fand Dare haüfige Spuren vulkanischer Thätigkeit, u. a. eine Solfatara, etwa in Lat. 2° 40′ S.

59) Gunong Api oder Berapi, Lat. 1° 30′ S., nördlich von dem Plateau-See von Koriatschi, in der Gebirgslandschaft Sungei Pagu.

Weiter im Nordwesten folgt das Land Meeangkabu, einst der Sitz eines berühmten Staates, von dessen alter Größe noch zahlreiche Spuren vorhanden sind. Als südlicher Gränzpfeiler dieses Landes erhebt sich in Lat. 0° 58′ S. Der Gunong Talang, von dem, seiner Form nach, Meinicke vermuthet, daß er ein Vulkan sei, obschon man keinen Ausbruch kennt. Dieser Berg hat eine Höhe von 1568′,₈ über dem Meere.

In der Mitte von Meeangkabu, nördlich von dem See Sinkara, der 182′ über der Meeresfläche liegt, erheben sich:

60) Der Berapi, Lat. 0° 9′ S., 2064′ hoch, ein stets rauchender Vulkan, und

61) Der Sinkalang, Lat. 0° 9′ S., westlich von dem vorigen, 1950′ hoch; an welche sich gegen Nordosten der fast genau unterm Äquator liegende Bergkoloß Kosumba anschließt, so viel bekannt der höchste Berg auf Sumatra, 2346′ über dem Meere, von dem vielleicht auch angenommen werden kann, daß er ein Vulkan sei, so daß, wie Meinicke bemerkt hat, hier eine Querspalte in der Hauptrichtung der vulkanischen Thätigkeit wäre, wie die berühmte in Mejico oder noch ähnlicher die Berge Merapi, Merbabu und Ungarang auf Djava.

62) Gunong Pasaman, oder der Ophir Berg der Seefahrer, Lat. 0° 5′ N.; dieser erloschene, oder wenigstens ruhende Vulkan hat die Gestalt eines abgestumpften Kegels und ist von der übrigen Bergkette abgesondert. Man kann ihn bei klarem Wetter 110 geographische Meilen weit sehen, denn er ist der höchste unter den auf der See sichtbaren Bergen Sumatra's und erhebt sich 2164′ über die Meeresfläche. Auch der Sinkalang dient den Seefahrern als Landmarke.

63) Botogapit, Lat. 3° 42′ N., in der östlichen Bergkette über der Landschaft Allas, nach welcher ihn Hr. von Buch benannt hat. Es ist wenig von ihm bekannt. Nicht unmöglich ist es, daß auch der Elephantenberg, oder Friar's

Hood, Lat. 5° 7′ N., Long. 94° 38′ O., der am Nordrande von Sumatra steht und weit in See sichtbar ist, in die Kategorie der Feüerberge gehört.

Indem die Linie der vulkanischen Thätigkeit Sumatra verläßt, nimmt sie eine noch mehr nördliche Richtung an und nähert sich dem Kontinent. Die unterirdischen Gewalten treten, nach langer Unterbrechung, wieder an die Oberfläche in dem Vulkan von

64) Barren Island, Lat. 12° 15½, bis 12° 17′ N., Long. 91° 34′ O., östlich von der großen Andaman Insel. Obwol der Meerbusen von Bengal seit Jahrhunderten in allen Richtungen beschifft worden war, so hatte man dennoch diese wüste Insel nie brennend gesehen. Erst im Jahre 1791 machte man diese Entdeckung, und zwar war es Horsburgh, der sie in diesem Zustande erblickte, indem der Krater in eine Wolke sehr weißen Rauchs gehüllt war. Seit jener Zeit ist der Vulkan stets in Thätigkeit geblieben, und besonders heftig sind die Eruptionen während des S.W.Monsuns, oder der Regenzeit. Im November 1803 sah man den Vulkan regelmäßig jede zehn Minuten einen Ausbruch machen, indem bei Tage eine schwarze Rauchsaüle zu außerordentlicher Höhe senkrecht emporstieg, während bei Nacht eine gewaltige Feüergarbe an der Ostseite des Kraters brannte. Der Krater ist sehr groß, liegt gegen die Nordseite der Insel und kann nur von dieser Seite gesehen werden. Obwol der Vulkan seit vierzig Jahren die fürchterlichsten Eruptionen gehabt hat, so scheinen sich die Umrisse der Insel dennoch nicht verändert zu haben. Sie erhebt sich 281′ über die Meeresfläche und kann vom Verdeck eines Schiffs 36 bis 40 geogr. Meilen weit gesehen werden. — Obwol Hr. von Buch sie nicht anführt, so scheint nichts desto weniger

65) Die Insel Narcoedam noch in die Reihe der Sunda-Vulkane aufgenommen werden zu müssen. Sie liegt in Lat. 13° 24′ N., Long. 92° 0′ O. und bildet einen abgestumpften Kegel, welcher höher als Barren Island ist; man sieht ihn vom Deck 45 geogr. Meilen weit. Hamilton berichtet, daß dieser Kegel lange Zeit als Feüerberg gewüthet habe. Die vulkanische Kraft der Sundareihe setzt endlich noch weiter gegen Norden fort; auf den Inseln Tscheduba und Ramri, welche, in Lat. 19° N., dicht vor dem Festlande liegen, findet man mehrere Krater, welche Schlamm auswerfen, auch brechen daselbst Erdfeüer und Erdölquellen hervor. Die letzte Spur dieser Erscheinungen zeigt sich auf der Küste des Kontinents im Hintergrunde des Bengal Golfs, in Lat. 22½° N., bei Islamabad und zwischen den Flüssen Karnaphuli und Gomuli.

4. Reihe der Molukken und der Philippinen.

Diese Vulkan-Reihe beginnt in der unmittelbaren Nähe des Äquators auf seiner Nordseite mit der Insel:

1) Mackian, Lat. 0° 20′ N., deren Vulkan einen sehr großen Krater hat.

2) Motir, Lat. 0° 30′ N.

3) Tidore; der Vulkan liegt im südlichen Theil der Insel und bildet einen Pik, der vielleicht eben so hoch als der Pik von Ternate ist. Lat. 0° 38′ N., Long. 125° 4′ O.

4) Ternate. Der Vulkan dieser Insel liegt in Lat. 0° 48′ N., Long. 125° 3′ O., und ist nach Valentyn's Angabe 640′ hoch. Der Krater ist von unten her sichtbar. Er hat immer viel Bimsstein ausgeworfen und der entwickelte Dampf viele Menschen getödtet. In der Nacht des 27. November 1814 machte er einen Ausbruch, wie man ihn nie zuvor auf Ternate erlebt hatte.

5) Bei Gammacanore auf der Westküste von Gilolo sprang am 20. Mai 1673 ein Berg in die Luft, mit großem Krachen und heftigem Erdbeben vorher. Dies ist Ternate gegenüber.

6) Tolo auf der Insel Mortay, deren Nordspitze in Lat. 2° 41′ N., Long. 126° 5′ O. liegt, hat im vorigen Jahrhundert sehr stark gebrannt.

7) Der Klobat, oder die Brüder, bei der Ortschaft Kema, im nordöstlichen Theil von Celebes, Lat. 1° 29′ N., Long. 122° 58′ O., ward im Jahre 1680 bei einem heftigen Erdbeben und unter schrecklichen Ausbrüchen in die Luft gesprengt. Die ganze Breite der Insel ward zerstört.

8) Siao; der sehr hohe vulkanische Kegel dieser kleinen Insel liegt in Lat. 2° 43′ N., Long. 123° 15′ O.; er ist fast beständig thätig.

9) Abu, Lat. 3° 40′ N., auf der Insel Sangir, die von Süden her sanft ansteigt zum Vulkane an der Nordseite. Ein Ausbruch vom 10. bis 16. December 1711, der viele Orte mit Asche bedeckte, und viele Menschen tödtete, hat ihm vorzüglich einen Ruf des Schreckens erworben.

Zwischen der Nordostspitze von Celebes und dem Südende von Mindanao zieht eine Kette von Inseln, in der Siao und Sangir die größten sind. Aber außer diesen beiden Inseln scheinen auch alle übrigen Vulkane, wenn auch nicht thätige, zu tragen, denn fast sämmtliche Inseln sind hoch und spitz: so eine der Banca-Eilande, ferner Bidjaren, Lat. 2° 6′ N., Tagolanda, Lat. 2° 23′ N., das westlichste der kleinen Karakita-Eilande, Ottuse Cone u. a. der Forrest'-Gruppe.

Die große Insel Magindano oder Mindanao hat, wie ich in dem Memoir zur Karte von den Philippinen (Atlas von Asia, Nr. 13) nachzuweisen bemüht gewesen bin, wahrscheinlich drei feüerspeiende Berge:

10) Sanguili, an der Südspitze der Insel, im Distrikt Serangani, Lat. 5° 44′ N., Long. 122° 58′ O.

11) Kalagan, nordwestlich vom Vorgebirge San Agustin, Lat. 6° 34′ N., Long. 123° 26′ O.

12) Illano, zwischen der großen Meeresbucht dieses Namens und dem Landsee Lano, Lat. 7° 38′ N., Long. 122° 4′ O. — Nördlich von Mindanao steht ein Vulkan auf der Insel

13) Fuego oder Siquijor, Lat. 9° 6′ N., Long. 121° 8′ O.

Höchst ausgezeichnet ist Luzon, insbesondere die Halbinsel Camarines, welche auf einer Linie von kaum dreißig deütschen Meilen nicht weniger denn zehn Vulkane zählt, die in der Richtung von Südost nach Nordwest

eine fortlaufende Reihe bilden. Freilich können wir nicht sagen, ob Alle noch thätig oder erloschen sind; doch läßt eine Bemerkung von Sainte-Croix vermuthen, daß außer dem Albay, der durch seine Auswürfe nur zu berühmt ist, auch noch andere Glieder dieser Reihe im brennenden Zustande sich befinden. Im Durchschnitt kaum eine deütsche Meile entfernt, erheben sich die Kegel, keineswegs auf dem Rande, noch viel weniger auf dem Kamm der Gebirgskette, welche die Halbinsel der Länge nach durchzieht, sondern am östlichen Fuß der Bergkette, unmittelbar auf der östlichen, schmalen Küstenterrasse, analog der Lage des Vesuvs vor den Apenninen, des Etna vor den Gebirgen Siciliens. Von Süden nach Norden gezählt, folgen diese Vulkane in nachstehender Ordnung auf einander:

14) Bulusan, Lat. 12° 47′ N., Long. 121° 47′ 42″ O., auf der Südspitze von Camarines, an der Straße San Bernardino.

15) Albay oder Mahon, Lat. 13° 26′ N., Long. 121° 27′ 55″ O.

16) Masaraga, Lat. 13° 31′ 50″ N., Long. 121° 23′ O.

17) Buji, Lat. 13° 33′ 30″ N., Long. 121° 20′ O.

18) Yriga, Lat. 13° 34′ N., Long. 121° 11′ 50″ O.

19) Ysarog, Lat. 13° 37′ N., Long. 121° 11′ 45″ O.; er liegt auf einem Isthmus zwischen den Buchten Lagonoy und San Miguel, und scheint der mächtigste und höchste Vulkan in der ganzen Reihe zu sein.

20) Colasi, Lat. 13° 58′ 30″ N., Long. 120° 52′ O.

21) Lobo, Lat. 14° 10′ 5″ N., Long. 120° 32′ 35″ O.

22) Bacacay, Lat. 14° 18′ 20″ N., Long. 120° 32′ 10″ O.

23) Bonotan, Lat. 14° 27′ 25″ N., Long. 120° 24′ 30″ O.

Der Meerbusen Lamon scheidet Camarines von dem eigentlichen Luzon. Hier finden sich folgende Vulkane:

24) Banajau de Tayabas, Lat. 14° 3′ N., Long. 119° 22′ O.

25) Taal, in der Laguna gleiches Namens, Lat. 14° N., Long. 118° 43′ N.

26) Ambil, nicht auf Luzon selbst, sondern auf einer kleinen Insel, die an der Westseite von Luzon vor der Mindoro-Straße liegt; Lat. 13° 45′ N., Long. 118° 3′ O. Chamisso spricht von einem Vulkan auf der kleinen Insel Jolo (Yola), die etwas südlich von Ambil liegt; wahrscheinlich findet hier eine Verwechselung Statt.

In der Liste des Herrn von Buch kommt, nach Chamisso's Bemerkung, ein Vulkan Aringuay oder Aringay vor, der in den Montes de Ygorrotes, an dem Meerbusen von Lingayen gelegen, am 4. Januar 1641 einen furchtbaren Ausbruch gehabt hat. Vermuthlich ist dies der Monte de San Tomas, Lat. 16° 12′ N., welcher, der Gestalt nach, am meisten einem Feüerberge entspricht, obwol jetzt keine Spur mehr von jener Eruption zu sehen, und überhaupt jedes vulkanische Phänomen

in diesen Gegenden von Luzon unbekannt ist. Dagegen beüten die vielen heißen Quellen, welche an den Gehängen des Monte Arayat, Lat. 15° 13′ N. entspringen, so wie die Form dieses Berges und die verschiedenen Spalten und Klüfte auf seinem Gipfel, daß derselbe ein erloschener Vulkan sei. Die unterirdische Thätigkeit ist auf Luzon gegenwärtig auf den Raum beschränkt, welcher südlich vom Parallel der Hauptstadt Manila gelegen ist.

Die vulkanische Reihe der Philippinen setzt außerhalb Luzon noch fort; wir finden zunächst:

27) Camiguin, die vierte der babuyanischen Inseln, auf deren Südrande in Lat. 18° 54′ N., Long. 119° 32′ 40″ O., ein hoher, zwanzig Seemeilen weit sichtbarer Berg steht, der, wie Horsburgh bemerkt, früher ein thätiger Vulkan war. — Endlich schließt die Reihe mit der Insel

28) Claro Babuyan, die, ebenfalls auf der Südspitze, in Lat. 19° 27′ N., Long. 119° 42 1/4′ O., einen mehrere tausend Fuß hohen Vulkan trägt, welcher im Jahre 1831 einen großen Ausbruch hatte.

Getrennt von den Reihen der Sunda- und Molukkisch-Philippinischen Vulkane, welche den Südosten von Asien in einer großen Kurve umgürten, liegen zwei kleine Vulkane ganz isolirt, der eine innerhalb, der andere außerhalb der großen Kurve. Jener ist an der westlichen Küste von Borneo, ein kleines Eiland, das brennende, Burning Island, genannt, in ungefähr Lat. 3° 16′ N., Long. 109° 51′ O.; der andere in der Torresstraße auf der kleinen Cap Insel, in Lat. 9° 48′ S., Long. 140° 19′ O. Letztere sah der Kapt. Bampton im Jahre 1793 in vollem Ausbruche; er nannte das Eiland deshalb auch Feüer-Insel. Lange hat man den Berg Wingen in Neüsüdwales für einen Vulkan gehalten, allein die genaue Untersuchung von Wilton hat gezeigt, daß hier nur ein Kohlenlager in der Sandsteinformation zufällig sich entzündet hat.

5. Reihe der Japanischen und Kurilischen Inseln.

Man kann wol vermuthen, bemerkt L. v. Buch, daß die Reihe der Philippinen durch das stark und haüfig erschütterte Formosa sich unter dem Kontinent von China verberge. Claproth hat nach chinesischen Schriften dargethan, daß Formosa selbst vulkanisch sei. Der Tschykang (d. h. die rothe Bergkette), südlich von Fung schan hian, auf dieser Insel hat vordem Feüer gespien, und man findet daselbst noch einen See, der heißes Wasser hat. Der Phy nan my schan, südöstlich von Fung schan hian, ist sehr hoch und mit Fichten bedeckt; man bemerkt hier des Nachts ein Leüchten wie von Feüer. Der Ho schan (d. h. Feüer-Berg), südöstlich von Tschü lo hian, ist voller Felsen, zwischen denen Quellen hervor-

strömen, deren Wasser beständig Feüer erzeügt. Endlich sprüht der Lieu huang schan (Schwefelberg), der sich nördlich von der Stadt Tschang hua hia bis Tan schui tschhing erstreckt, Flammen auf seine Grundfläche, und die schwefeligen Aushauchungen sind so stark, daß Menschen ersticken können; man gewinnt eine große Menge Schwefel aus diesem Berge *).

1) Schwefel-Insel von Lieukhieu, im chinesischen Lung huan schan, auch Yeu kia phu, d. h. Ufer der Verbannten, genannt, liegt in Lat. 27° 50' N., Long. 125° 25' O. Der ungeheüre Krater stößt beständig Rauch und Schwefeldämpfe aus.

Die japanischen Vulkane vertheilen sich wieder über die ganze Breite des Landes. Japan ist, wie Quito, Djava, Gilolo und Luzon ein Hauptsitz vulkanischer Wirkungen.

Tanega-Sima, Lat. 30° 30' N., Long. 128° 20' O., soll, nach Kämpfer, im Jahre 94 nach Chr. Geburt aus dem Meere gestiegen sein, was Hr. v. Buch, in Betracht der Größe der Insel, nicht für wahrscheinlich hält. Klaproth gedenkt dieser Insel, dagegen spricht er von drei andern Inseln, welche im Jahre 764 über den Meeresspiegel traten und jetzt bewohnt sind; sie liegen an der Küste des Distrikts Kaga Sima in der Provinz Satsuma von Kiusiu.

2) Jewo-Sima, Schwefel-Insel, bei Krusenstern Vulkan-Insel, Lat. 30° 45' N., Long. 127° 57'. Sie brennt beständig.

Insel Kiusiu.

Die Provinz Satsuma ist in ihrem ganzen Umfange vulkanisch, enthält vielen Schwefel und ist öfters der Schauplatz von Ausbrüchen. Klaproth, von dem diese Angabe herrührt, nennt jedoch keinen Berg speciell als Vulkan.

3) Aso-no yama, im Distrikt Aso der Provinz Figo; sein Gipfel stößt beständig Flammen aus, und an seinem Fuße liegen heiße Bäser.

4) Un sen ga dake, d. h. der hohe Berg der heißen Quellen; er liegt auf der großen Halbinsel, welche den Distrikt Takaku der Provinz Fisen bildet, westlich vom Hafen Simabara. In den ersten Monaten des Jahres 1793 stürzte der Gipfel dieses Vulkans zusammen, Ströme siedenden Wassers stürzten von allen Seiten aus der durch den Einsturz entstandenen Vertiefung hervor, und der Dampf, der sich erhob, glich einem dicken Rauch.

5) Biwo no kubi; dieser Vulkan, der nur eine halbe Stunde von jenem entfernt ist, hatte drei Wochen später eine Eruption; hoch stieg die Flamme empor und Lavaströme verbreiteten sich mit einer solchen Schnelligkeit bis an den Fuß des Berges, daß meilenweit Alles in Brand gerieth. Einen Monat später

*) Klaproth in A. de Humboldt, Fragmens asiatiques, T. I., 82.

erschütterte ein heftiges Erdbeben die ganze Insel Kiusiu, bei der insbesondere die Umgebungen von Simabara litten: Berge stürzten zusammen, und der Boden spaltete sich. Das wiederholte sich mehrere Male und endigte mit einer furchtbaren Eruption des Vulkans.

6) Miyi yama, wodurch das ganze Land mit Steinen bedeckt wurde und besonders den Simabara gegenüber liegenden Theil der Provinz Figo in eine Wüste verwandelte. Man rechnete die Zahl der Todten auf 53000.

7) Unfern der Insel Firando, welche vor der Nordwestspitze von Kiusiu liegt, befindet sich, nach Kämpfer, ein kleines Felseneiland, welches immerfort brennt.

Alle diese Vulkane, von Jewo Sima an, liegen ziemlich in einer Richtung von S.S.O. nach N.N.W. Die Insel Sikolf hat keinen feüerspeienden Berg; im Jahre 684 wurde aber die Provinz Tosa, welche den südwestlichen Theil der Insel ausmacht, von einem furchtbaren Erdbeben heimgesucht, während dessen das Meer eine halbe Million Morgen urbaren Landes verschlang.

Insel Niphon.

8) Fusi no yama, Lat. 34° 50′, Long. 136° 42′, in der Provinz Idsu (nicht Suruga), eine ungeheüere Pyramide, der höchste Berg in Japan, bedeckt mit ewigem Schnee. Klaproth berichtet, nach japanischen Schriftstellern, daß er sich im Jahre 285 vor Christi Geb. aus dem Innern der Erde erhoben habe, und zwar in Einer Nacht, unter furchtbaren Erscheinungen, die sein Entstehen begleiteten *); denn es stürzte in der Provinz Oomi ein außerordentlich großer Landstrich ein, und es bildete sich an dieser Stelle der See Mitsu-umi oder Biwa-umi, Long. 133° 50′ O., der acht deütsche Meilen und zwei Meilen breit ist. Der Fusi ist der beträchtlichste und einer der thätigsten Vulkane in Japan. Im Jahre 1707, sagt Klaproth, bildete sich ein neüer Krater und an dessen Seite erhob sich ein kleiner Berg, den man Foo ye yama nannte, weil es in den Jahren, welche Foo je heißen, entstand.

9) Vulkan auf Oo sima, Lat. 34° 40′ N., Long. 137° 12′ O. Krusenstern hat diese Insel Vries genannt, zu Ehren des holländischen Seefahrers dieses Namens, der sie entdeckt hat, und um sie besser unterscheiden zu können, weil der Name Oo sima sich so oft wiederholt.

10) Vulkan auf Noki sima, Lat. 34° 1′ 20″ N., Long. 137° 14′ O. Bei Krusenstern kommt dieses Eiland unter dem Namen Vulkan-Insel vor. In der

*) Hr. v. Buch macht hierzu folgende Bemerkung: Dieses Ereigniß ist sehr merkwürdig und würde von der größten Wichtigkeit sein, indem wir einen Etna, einen Pik von Teneriffa mit einem einzigen Stoß und nicht durch allmälige Eruptionen sich erheben sähen, wenn die Zeit, in der es Statt gefunden hat, nicht zu ferne läge, und die Quellen, aus denen man diese Nachrichten geschöpft hat, einer größern Anzahl von Personen zugängig wären.

Verlängerung dieser beiden Inseln liegt in Lat. 33° 6′ N. die Insel Fatsisio, bei der, nach Kämpfer, im Jahre 1606 eine Insel hervorgestiegen sein soll.

11) Sira Yama, der weiße Berg; auch Kosi-no Sira yama, der weiße Berg von Kosi, oder von Kaga genannt. Dieser Vulkan, der mit ewigem Schnee bedeckt ist, liegt auf der Gränze der Provinzen Jetsisen und Kaga, nördlich vom See Mitsu urni, gegen das Japanische Meer *).

12) Asama yama oder Asama-no dake, nordöstlich von der Stadt Komoro in der Centralprovinz Sicano, ungefähr Lat. 36° 12′ N., Long. 136° 12′ O. Ein sehr thätiger, sehr hoher Vulkan, der besonders durch seinen Ausbruch vom 1. August 1783 bekannt ist. Weiter im Norden findet sich der

13) Pik Tilesius, Lat. 40° 37′ N., Long. 137° 50′ O. an der Nordwestküste von Niphon. Er ist sehr hoch, Krusenstern sah ihn im Mai noch mit Schnee bedeckt. Von Ausbrüchen weiß man nichts, nur nach der äußern Gestalt haben Krusenstern und Tilesius auf einen erloschenen Vulkan geschlossen. Nichts desto weniger hat diese Vermuthung vieles für sich, denn nach den japanischen Schriftstellern enthält das hohe Gebirge, welches die Provinz Muts durchzieht und von der Provinz Dewa trennt, mehrere feüerspeiende Berge. Hr. v. Buch erwähnt, nach Georgi, eines Berges

14) Tesan, der sieben Meilen von Nambu liegt und sehr oft Bimsstein auswirft; Hr. v. Buch glaubt ihn mit dem Pik Tilesius identifiziren zu können, wahrscheinlich aber ist er ein für sich bestehender Vulkan, vielleicht der Sin san auf Krusensterns Karte, Lat. 40° 2′, Long. 139° 40′ O., da er in der Nähe des Meeres liegen muß, weil die Bimssteine zuweilen weit in die See fliegen. Als nördlichsten Vulkan auf Niphon nennt Klaproth

15) Den Yake yama, d. h. brennender Berg, in der Provinz Muts oder Oosiu; er liegt auf der nordöstlichen Halbinsel, an der Straße Sangar, zwischen Tanabe und Obata. Krusenstern's Karte hat hier einen Berg Kioo san, Lat. 41° 16′ N., Long. 138° 52′ O. Die japanischen Schriftsteller sagen, daß dieser Vulkan immer Flammen speie. Eüropäische Seefahrer scheinen ihn nicht bemerkt zu haben.

Insel Jeso.

16) Koo sima, kleines Eiland, am westlichen Eingang der Sangar-Straße; Lat. 41° 21½′ N., Long. 137° 26′ O. Der Vulkan, der nach Horner nur 116t

---

*) Der Fusi und der Sira gelten, wie gesagt, für die höchsten Berge Japans. Da sie mit ewigem Schnee bedeckt sind, so müssen sich ihre Gipfel weit über 2000t erheben. Außer diesen beiden Bergen betrachten die Japaner die sieben folgenden als die Mi dake oder höchsten Spitzen ihres Landes: 1) Fiyei yama im Distrikt Siga der Provinz Oomi. 2) Fira-no yama im Bezirk Take sima derselben Provinz. 3) Isuki yama im Distrikt Fuwa von Sets. 4) Atako yama im Distrikt Katsura-no der Provinz Yama siro. 5) Kin bu san oder Yosi no yama im Bezirk Yosi no der Provinz Yamato. 6) Sin bu san, Distrikt Sima kama der Provinz Sets. 7) Katsura ki yama im Distrikt Katsura kami der Provinz Yamato.

hoch ist, hat einen weit geöffneten Krater, aus welchem unaufhörlich Dämpfe und Rauch aufsteigen. Das nordwestlich davon liegende Eiland Oo sima, Lat. 41° 31½' N., Long. 136° 59' O., scheint Krusenstern ebenfalls für einen Vulkan, mindestens für vulkanischen Ursprungs zu halten.

Die auf der Südseite von Jeso tief in's Land dringende Bucht Utschi ura ist von drei Vulkanen umgeben, weshalb sie von Broughton auch Vulkan-Bai genannt worden ist. Klaproth hat uns mit den japanischen Namen dieser Feüerberge bekannt gemacht.

17) Utschi ura yama, Lat. 41° 50' N., Long. 138° 50' O.

18) Oo usu yama, Lat. 42° 0' N., Long. 138° 30' O.

19) Usu-ga dake, Lat. 42° 27' N., Long. 138° 48' O., der höchste von diesem Kleeblatt. Weiter nördlich liegt der Vulkan

20) Yuuberi oder Gin san, d. h. Goldberg, auf der südöstlichen Küste der Bai Stroganoff, oder vielmehr auf der Landenge, welche diese Bucht von einer andern der Südküste Jesos trennt, die nordöstlich von der Vulkansbai liegt. Die Lage des Vulkans mag etwa Lat. 42¾° N., Long. 159° O. sein.

Hr. v. Buch glaubt, daß der Pik Langle, Lat. 45° 11', welcher der Nordwestspitze von Jeso gegenüber liegt, und nach Horners Messung 837' hoch ist, auch ein Vulkan sei; eben dasselbe vermuthet er von der Insel Tschikotan (Spanbergs Insel), Lat. 43° 53' N., Long. 144° 23' O., deren Gipfel abgestumpft ist, und von dem auf Kunaschir liegenden Antons Pik oder Tschatschanaburi, Lat. 44° 31' N., Long. 143° 26' O.; nordöstlich von diesem liegt ein zweiter, nicht so hoher Pik, den der holländische Vries Mariens-Berg genannt hat.

Kurilische Inseln.

Bestätigt sich in der Folge jene Vermuthung, so fängt die Vulkanreihe der Kurilen mit dem Meridian von Long. 143½° O. an.

21) Iturup; am nördlichen Ende dieser Insel steht der Vulkan, der beständig Rauch, zuweilen auch Flammen ausstößt. Lat. 45° 30' N., Long. 146° 40' O.

22) Süd-Tschirpo-oi, Lat. 46° 29' 15'' N., Long. 148° 13' O. Der Vulkan dieses kleinen Eilandes hat dasselbe mit Steinen wie besäet; Krusenstern sagt von ihm, er sei erloschen. Das nördliche Eiland Tschirpo-oi hat keinen Vulkan; dagegen scheint Siwutschei, oder das Seelöweneiland, welches Krusenstern Broughton's Insel genannt hat, Lat. 46° 42' 30'', Long. 148° 8' O., in die Kategorie der Vulkane zu gehören, denn es erhebt sich zu einem hohen Kegel, der mit hohen Felsenwänden umgeben ist.

23) Vulkan Itaikioi auf Schimuschir; Laperouse nannte ihn Pik Prevost; Lat. 47° 2' 50'' N., Long. 149° 32' 35'' O. Er scheint erloschen zu sein. — Die Insel Uschischir hat an ihrem Südende, Lat. 47° 32' 40'', Long. 150° 18⅓' O., eine kesselförmige Bucht, die von einem Felsenkranze umgeben ist, und in

der Mitte zwei kleine Eilande, wie Heühaufen gestaltet, hat. Hier sprudeln heiße Quellen in großer Menge und Schwefel wird gefunden.

24) Pik Saruitscheff auf der Insel Matua oder Mutowa; Lat. 48° 6′ N., Long. 150° 52′ O. Er stößt fortwährend einen dicken gelblich grauen Rauch aus. Horner bestimmte seine Höhe zu 704′; die Öffnung des Kraters hatte 120′ im Durchmesser.

25) Raukoko, oder Rachkoke. Dieses Eiland sieht wie ein einzelner aus der See hervorragender Berg aus; er ist, durch einen Ausbruch, an seinem Gipfel gespalten worden, und seitdem hat die Insel beständig gebrannt. Jene Eruption scheint im Januar 1780 Statt gefunden zu haben. Es wurde außer Asche eine so große Menge Steine ausgeworfen, daß gewisse Stellen des Ufers, wo man sonst bis über 13 Faden Wasser hatte, mit Gerölle und Asche zu Untiefen und Bänken aufgefüllt worden waren. Lat. 48° 16′ 20″ N., Long. 150° 55′ O.

26) Sinnarka auf Schioschkotan, Lat. 48° 55′ N., Long. 151° 48′ O., soll vordem gebrannt haben.

27) Ikarma, Lat. 49° 0′ N., Long. 151° 48′ O., wirft zuweilen Feüer aus und hat an den Ufern heiße Schwefelquellen.

28) Kharamokatan; der Pik in der Mitte dieses Eilands liegt in Lat. 49° 8′ N., Long. 152° 19′ O.; er soll vormals gebrannt haben. An seinem östlichen Fuße liegen zwei kleine und an der Nordseite ein größerer See; dieser hat zwei Klippen in der Mitte. Jenseits dieses See's erhebt sich ein zweiter, minder hoher Pik, der ebenfalls gebrannt haben soll, und dessen Gipfel und Fuß mit Sand (vulkanischer Asche?) überdeckt ist. — Auf der großen Insel Anakutan oder Onekotan liegen, nach Saruitscheff und einem ungenannten, schon oben benützten Berichterstatter in Pallas' Nordischen Beiträgen, drei Vulkane:

29) To-orussyr, am Südende der Insel, Lat. 49° 24′ N., Long. 152° 25′ O.; obwol der Anonymus es nicht ausdrücklich sagt, daß dieser Berg, welcher der höchste auf der Insel ist, brenne oder gebrannt habe, so scheint doch die Beschreibung es anzudeüten. Er ist ganz von einem See umgeben, der über zwei deütsche Meilen im Umkreis hat, und auf der Bergseite steilfelsiges Ufer hat.

30) Amka-ussyr, in der Mitte der Insel, Lat. 49° 32′ N.; am Fuße auch dieses Vulkans liegt ein See.

31) Asirmintar, auf der Nordspitze von Anakutan, Lat. 49° 40′ N., Long. 152° 48′ O. Der kurilische Name dieses Vulkans zeigt an, daß er vormals gebrannt habe. Rund um denselben liegen kleinere Bergkuppen und Rücken, und das ganze Ufer der nördlichen Inselspitze ist hoch und steilfelsig.

32) Die große Insel Poromuschir hat, wie Hr. v. Buch nach Steller und Cook berichtet, in ihrem nördlichen Theile einen hohen Pik (etwa in Lat. 50° 40′ N., Long. 153° 45′ O.), eine Fortsetzung, sagt er, der auf der Ostküste von Kamtschatka in so merkwürdiger Folge hintereinander fortstehenden Kegel. Der so genaue Anonymus*) erwähnt keiner vulkanischen Erscheinung auf dieser Insel,

*) Er schrieb nach Berichten der russischen Seefahrer Tschernoi, Antipin und Otscheredie, die in den Jahren 1766 bis 1780 die Kurilen besuchten.

und er sagt nur im Allgemeinen, sie sei sehr bergig. Krusenstern konnte sich dem nordöstlichen Theil von Poromuschir nicht nähern; im südwestlichen Theil sah er einen hohen Berg in Lat. 50° 15′ N., Long. 153° 4′ O. Postels sagt aber bestimmt, diese Sopka habe im Jahre 1793 eine Eruption gehabt.

33) Alaid. Dieses nördlichste Eiland der langen Kurilen-Kette liegt außerhalb der Reihe, gegen Westen hin, Krusenstern's Beobachtungen zufolge in Lat. 50° 54′ N., Long. 153° 12′ O. Nach langer Ruhe brannte dieser Vulkan zum ersten Mal wieder im Jahre 1770. Im Februar 1793 hatte er eine heftige Eruption. Dieser Kegelberg, der, wie Postels bemerkt, noch gegenwärtig raucht, ist sehr hoch, man erblickt ihn aus weiter Ferne; an den ersten Tagen des Septembers sah ihn Chwostow schon in Schnee gehüllt.

6. Vulkane auf Kamtschatka.

Die Reihe der Kurilischen Vulkane setzt gegen Norden fort auf der Halbinsel Kamtschatka, deren Ostküste mit einer Kette thätiger Feüerberge besetzt ist. Hr. v. Buch zählt ihrer dreizehn auf, Postels vierzehn *); nach Adolf Erman sind es aber einundzwanzig **), die unfern der Südspitze Kamtschatka's, zu beiden Seiten des Kurilischen See's, in Lat. 51½° N., beginnend, in zwei beinahe parallel laufenden Reihen bis über den Breitenkreis der Mündung des Kamtschatka-Flusses, Lat. 56⅔° N., fortziehen. Die Reihe erloschener Vulkane, welche man das Mittelgebirge zu nennen pflegt, bildet eine dritte, und mit den genannten ebenfalls parallele, doch minder hohe Kette, von ungefähr Lat. 54° bis 60° N. Die mittlere Linie, auf deren südlicher Verlängerung die Kurilische Insel Alaid liegt, beginnt mit

1) und 2) den zwei Kurilischen Vulkanen, von denen der eine in Lat. 51° 44′ N., Long. 154° 31′ O., der andere in Lat. 51° 53′ N., Long. 154° 30′ O., am Westrande des Kurilischen See's gelegen ist. Beide rauchen. — Erman's Liste giebt nun auf der östlichen Hauptlinie folgende Vulkane an:

3) Die erste Sopka, Lat. 51° 30′ N., Long. 154° 56′ O. Wahrscheinlich ist diese Sopka dieselbe, welche Hr. v. Buch unter dem Namen der Opalinskischen, d. h. die brennende, aufführt, und die Krusenstern Pik Koscheleff genannt hat. Chwostoff meint, daß sie höher sei als der Pik von Teneriffa. Zu Ende des vorigen Jahrhunderts hat dieser Vulkan große Ausbrüche gehabt. Vermuthlich ist

*) Im dritten Bande von Litke's Reise um die Welt in den Jahren 1826 bis 1829.

**) Handschriftliche Mittheilungen von Adolf Erman. Eine ausgezeichnete Arbeit über Kamtschatka haben wir des baldigsten von ihm zu erwarten: eine treffliche Karte nach seinen eigenen Beobachtungen, mit zahlreichen von ihm selbst aufgenommenen Ansichten.

diese erste Sopka Erman's auch identisch mit Postels' Apalskaja Sopka, von der er sagt, daß sie den Schiffern auf dem Ochozkischen Meere als Landmarke diene. Ihm zufolge soll sie periodisch Rauch ausstoßen.

4) Gijapoaktsch, ein kamtschatkisches Wort, welches der geohrte Berg bedeütet, auch die zweite und dritte Sopka genannt; Lat. 51° 48′ N., Long. 155° 9′ O. Ohne Zweifel dieselbe, welche bei Postels unter dem Namen Hodutka vorkommt, und von der er sagt, daß sie erloschen zu sein scheine.

5) Assatschinskaja Sopka, Lat. 52° 2′ N., Long. 155° 23′ O. Dieser Vulkan hatte im Juni 1828 einen sehr heftigen Aschenauswurf.

6) Erste Wilutschinskaja Sopka, Lat. 52° 25′ 30″ N., Long. 155° 50′ O. Hr. v. Buch nennt diesen Vulkan Poworotnoi; es ist der Flat Mountain (flache Berg) des Kapt. Beechey, und nach dessen trigonometrischer Messung 1240′ hoch. In Postels' Liste kommt er nicht vor.

7) Opalnaja Sopka, Lat. 52° 30′ N., Long. 155° 10′ O.

8) Zweite Wilutschinskaja Sopka, Lat. 52° 41′ 30″ N., Long. 155° 57′ O. In der Liste des Hrn. v. Buch kommt dieser Vulkan auch unter dem Namen Paratunka Sopka vor. Die Höhe wurde bestimmt auf der Krusensternschen Erdumschiffung von Horner zu 1074′; Beechey dagegen fand 1152′, und Litke, wol besser, fügt Erman hinzu, 1055′. Dieser, durch seine konische Gestalt sich auszeichnende Vulkan dient den Bewohnern von Peterpaulshafen, von dem er fünf deütsche Meilen entfernt ist, zum Wetteranzeiger: ist die Spitze des Abends in Wolken gehüllt, so erfolgt Nebel oder Regen, im entgegengesetzten Falle schönes Wetter; und wenn sie, bei heiterem Himmel mit Federwolken umgeben ist, so darf man auf Westwind rechnen. Etwa drei d. Meilen nördlich vom Vulkan finden sich die heißen Quellen von Paratunka, welche, im Monat Oktober, eine Temperatur von 41°,2 bis 42°,5, bei einer Luftwärme von 3°,1 Cent. hatten (Postels).

9) Koselskaja Sopka, also genannt nach einem russischen Beamten, der ihren Gipfel bestieg; Lat. 53° 13′ 30″ N., Long. 156° 35′ O., ungefähr 830′ hoch, nach Postels bildet eine einzige Bergmasse mit dem folgenden Vulkan, von dem sie wahrscheinlich ein alter, mit der Zeit ausgefüllter Krater ist.

10) Awatschinskaja oder Gorelaja Sopka, von der sie nur durch ein flaches Thal getrennt ist. Die geographische Lage dieses Vulkans ist Lat. 53° 15′ N., Long. 156° 30′ O. Die Höhe wurde gefunden von

Mongez, Bernizet und Receveur, den Naturforschern der Laperouse'schen Expedition, im Jahre 1787, mit dem Barometer gemessen . . . 1366′
Ernst Hofmann, dem Begleiter von Kotzebue, auf dessen zweiter Reise, im Juli 1824, mit dem Barometer 1277,3
Lenz und Postels, welche die Expedition des Admirals Litke mitmachten, ebenfalls durch Barometerbeobachtungen, in den Jahren 1827 u. 1828 1250,3
Litke selbst aber, durch trigonometrische Messungen 1369
Beechey, ebenfalls durch geodätische Operationen am Lande angestellt 1116

Hr. v. Buch ist der Meinung, daß die zwei letzten Barometer-Messungen nicht auf die Spitze selbst sich beziehen, weil gegen dieselbe hin der Kegel so unzugänglich wird, daß man den Krater selbst nur selten erreichen könne. Von der Besteigung durch Lenz und Postels ist dies gewiß, denn letzterer bemerkt ausdrücklich: Rauch und Dampf wären ihnen vom Winde entgegengetrieben worden; sie wären dem Ersticken nahe gewesen und hätten augenblicklich umkehren müssen. Der Awatscha Vulkan raucht seit undenklichen Zeiten, wirft aber nur selten Feüer aus. Eine der fürchterlichsten Eruptionen fand im Sommer 1737 Statt; sie dauerte 24 Stunden und endigte mit einem Aschenregen. Heftige Erderschütterungen folgten darauf; diese erstreckten sich bis zum Kap Lopatka und waren von Überschwemmungen begleitet. Der nächstfolgende Ausbruch ereignete sich etwa um das Jahr 1773, und ein sehr heftiger im Jahre 1827. In der Nacht vom 26. auf den 27. Juli bemerkte man auf dem Gipfel des Vulkans, bei wolkigem Himmel, eine schwache Flamme, und um zehn Uhr Vormittags, unter dem stark fallenden Regen eine große Menge Asche. Das dauerte drei Tage, während deren die Atmosphäre verdunkelt war und man unaufhörlich unterirdische Detonationen vernahm, die von starken und periodischen Erdstößen begleitet waren. Den 29. Morgens spürte man ein heftiges Erdbeben und gleich darauf eine Explosion, welche den Aschenauswurf und den Rauch vermehrte. Gegen Abend verzog sich das dicke Gewölk und man sah deütlich die Umrisse des Berges, welche von Feüermassen manchfaltiger Färbung, die sich vom Krater bis an den Fuß erstreckten, beleüchtet waren. Funken und glühende Steine, wie große Feüerbälle aussehend, flogen aus dem Krater in die Luft; der Aschenregen und der Rauch nahmen ab, die Detonationen wurden schwächer und nach zwei Tagen ereignete sich keine besondere Erscheinung mehr, außer daß man acht Tage lang längs des südwestlichen Abhangs einen Feüerstreifen erblickte und der Berg, wie vor der Explosion, zu rauchen fortfuhr. Postels überzeügte sich, daß bei dieser Eruption keine eigentliche Lava, wol aber ungeheüere Ströme Wassers aus dem Innern des Berges hervorgebrochen seien.

11) Koriazkaja Sopka (so nennen die Bewohner von Peterpaulshafen den Vulkan, welchen Steller unter dem Namen Streloschnaja Sopka angeführt hat); Lat. 53° 19′ N., Long. 156° 24′ O. Höhe: nach Horner 1784ᵗ, nach Beechey 1791ᵗ, nach Litke 1753ᵗ *). Der Gipfel endigt mit einem zerrissenen Kamm. Hin und wieder erblickt man auf der Nordseite etwas Rauch; ausgezeichneter Eruptionen erinnern sich die Bewohner von Kamtschatka aber nicht; daß diese jedoch in früheren Zeiten sehr bedeütend gewesen sein müssen, beweisen, nach Hrn. v. Buch's Bemerkung, die Obsidiane, womit die Abhänge überschüttet sind. Im N. dieses Vulkans befinden sich heiße Quellen.

---

*) Wenn in unsern Angaben der Litkeschen Höhenmessungen sich Verschiedenheiten zeigen gegen die Angaben des Hrn. v. Buch, so rührt dies daher, daß der gelehrte Geolog aus Postels' erstem Bericht, der in den Memoiren der Petersburger Akademie abgedruckt ist, schöpfte, während wir Litke's Reisebeschreibung zum Grunde legten.

12) Schupanowa Sopka, Lat. 53° 32′ 30″ N., Long. 156° 50′ O., Höhe 1416′ nach Litke und Beechey. Postels sagt, man kenne keine Eruption dieses Vulkans, auch sehe man nirgends Rauch von ihm aufsteigen, der Gipfel sei platter als der aller andern Berge auf Kamtschatka.

13) Kronozkaja Sopka, Lat. 54° 48′ N., Long. 158° 4′ N., Höhe nach Litke, 1659′. Der Krater, welcher an dem obern Theil des spitzen Gipfels liegt, raucht von Zeit zu Zeit, aber so schwach, daß man den Rauch kaum bemerken kann.

14) Schtschapinskaja Sopka, Lat. 55° 11½′ N., Long. 157° 38′ O. Sie scheint für jetzt unthätig zu sein.

15) Tolbatschinskaja Sopka, Lat. 55° 51′ 26″ N., Long. 157° 40′ 6″ O., Höhe 1300′, nach Erman. Ehedem rauchte die Spitze selbst, aber zu Anfang des vorigen Jahrhunderts entstand ein neüer Krater auf einem Kamme, der den Vulkan mit einem benachbarten Berge vereinigt. Aus diesem Krater erfolgte im Jahre 1739 ein Ausbruch, während dessen die aus dem Vulkan geschleüderten Feüerbälle die furchtbarsten Verheerungen in den umliegenden Waldungen angerichtet wurden. Diesem Ereigniß war im December 1738 ein schreckliches Erdbeben vorausgegangen.

16) Vierte Sopka (der Kliutschewsker Vulkangruppe), Lat. 55° 58′ 30″ N., Long. 158° 7′ O.

17) Uschkinskaja Sopka, Lat. 56° 0′ 30″ N., Long. 157° 57′ O., 1833′ hoch (Erman's Manuscript).

18) Krestowskaja Sopka, Lat. 56° 4′ 0″ N., Long. 158° 4′ 30″ O., 1500′ hoch. (Desgleichen.)

19) Kliutschewskaja (oder Kamtschatskaja) Sopka, Lat. 56° 4′ 18″ N., Long. 158° 10′ 48″ O. Dieser Vulkan ist der größte und thätigste der Halbinsel; ja er muß, Hinsichts der relativen Erhebung, den höchsten Bergen der Erde zugezählt werden, denn es giebt nur sehr wenige, die, wie er, mit einem Male von einem Fußgestell, das fast im Niveau des Meeres liegt, bis zu der erstaunlichen Höhe seiner Spitze emporstarren. Erman hat die Höhe dieses Vulkans, nach sehr sorgfältigen trigonometrisch-barometrischen Operationen, zu 2465′ bestimmt; und Litke glaubt, nach einer Messung, welche in See gemacht wurde, ihm 2580′ Höhe beilegen zu können; Erman's Bestimmung verdient aber jedenfalls den Vorzug. Erman sah diesen Riesen der kamtschatkischen Berge in vollem Ausbruch (Sept. 1829): ein Lavastrom, der Nachts mit einem sehr lebhaften rothen Licht leüchtete, drang aus einer Öffnung hervor, welche ungefähr 120′ unter der Spitze des Vulkans lag, und floß in südwestlicher Richtung gegen den Fuß des Kegels. Die Dämpfe, die, wie es schien, dem Gipfelkrater entstiegen, verdichteten sich am Tage und bildeten eine dicke, große Wolke, welche den Berg umhüllte. Nachts warf der Krater flammende Steine aus. Den Durchmesser des Kraters fand Erman 2220 pariser Fuß groß. — Krascheninikoff erzählt, daß der Kliutschewsker Vulkan alle acht oder zehn Jahre eine Eruption habe; und Asche werfe er zwei oder drei Mal in jedem Jahre aus; sie werde oft 300 Werst (43 d. Meilen) weit getrieben. Von 1727 bis 1731 brannte er unaufhörlich. Eine der größten Eruptionen begann

am 25. September 1737; sie dauerte eine ganze Woche, während der der Berg ganz in Feüer zu stehen schien, und poröse und verglaste Steine auswarf; ein heftiger Aschenregen machte den Beschluß. Im Oktober desselben Jahres wurde Nischonkamtschatsk erschüttert, und dieses Beben der Erde dauerte bis zum folgenden Frühjahr. 1762 war wiederum eine große Eruption; der geschmolzene Schnee, in den sich die Asche mischte, verursachte eine gewaltige Überschwemmung. Auch 1767 fand ein Ausbruch Statt, der aber nicht so heftig war wie die vorigen. Heiße Quellen giebt es in der Nachbarschaft in Menge, daher auch das Dorf Kliutschi seinen Namen hat.

20) Südwestliche Spitze des Schiwelutsch, Lat. 56° 39′ 39″ N., Long. 158° 53′ 52″ O., Höhe 1375′.

21) Nordöstliche Spitze des Schiwelutsch, Lat. 56° 40′ 32″ N., Long. 158° 56′ 27″ O., Höhe 1649′,6.

Der Schiwelutsch bildet einen Kamm, der von N.O. nach S.W. laüft und gegen Süden in Lat. 56° 31′ 6″ N., Long. 158° 23′ O., mit einer absoluten Höhe von 83′ endigt. Erman hat diesen Doppelvulkan zuerst näher untersucht*).

„Andeütungen vulkanischer Thätigkeit in der Osthälfte und im hohen Norden der Halbinsel sind gediegene und vulkanische Schwefelmassen, welche ich von dem Dorfe Tumlat erhalten habe, 80 Werst nördlich von der Mündung des Flusses Karagina, Lat. 59° 50′ N., wo sie unter einer Moordecke in der Nähe der Küste eine kontinuirliche Schicht bilden sollen. Es sind hier mit dem Namen Vulkane nur die jetzt thätigen bezeichnet worden; ihre Zahl würde aber bis in's Unbegränzte gesteigert, wenn wir auch die jetzt erloschenen mitzählten, welche nahe die Achse der Figur der Halbinsel einnehmen. Auf dem Durchschnitt von Tigil (Lat. 57° 56′ N., Long. 156° 16′ O.) nach der Mündung der Kamtschatka (Lat. 55° 55′ N., Long. 160° O.) findet man tiefe Kratere, welche, wie Mondsberge, im Halbkreise von Trachytwänden umgeben sind. Diese Kratere liegen aber nur erst am westlichen Abhange des Gebirgssystems selbst, welches die mit Tertiärschichten bedeckte Westhälfte von der neüen vulkanisirten Osthälfte trennt. Steigt man an der östlichen Seite ihrer Umwallung hinauf, so befindet man sich, umgeben von höheren und kegelförmigen Bergen, die wol einzeln eine Höhe von 1200′ erreichen mögen, auf einer mit Lavaströmen übergossenen Hochebene, z. B. zwischen den Baidarenbergen in einer Höhe von 297′. Diese Massen zeigen durch Gestalt und

*) Die Schneegränze fand der genannte Reisende am Schiwelutsch, Lat. 56° 40′ N., in einer Höhe von 822′,5 über dem Meere, nach genauer Messung; und am Kliutschewsker Vulkan, Lat. 56° 4′, nach beilaüfiger Bestimmung 870′ hoch. In Norwegen unter Lat. 61° bis 62° N. ist die Höhe der Schneegränze 850′ (s. I. Band, S. 210 ff.).

schaalige Absonderung die Art ihrer Entstehung genau so, wie die vor wenigen Jahren, so wie auch unter meinen Augen entstandenen Lavaströme des kliutschewsker Vulkans. An ihren Rändern stehen Kegel aus rothen Schlacken, welche lose und als Rapilli aus Spalten, neben den geflossenen Laven, hervorgeschleüdert wurden." [Erman's Msc.] *).

*) Postels wirft die Frage auf, ob alle kamtschatkischen und kurilischen Vulkane nicht ein gemeinsames Laboratorium hätten, das sich vom kliutschewsker Vulkan gegen S. auf einer Länge von etwa 10 Meridiangrade erstrecken würde? Allerdings ist dies der Fall, es ist ja die große Spalte, auf der die jetzt thätigen Vulkane stehen; aber irrig dürfte es sein, die Erhebung einer Insel damit in Verbindung zu bringen, welche 1814 Statt gefunden haben soll. Hier ist, wie es scheint, nur eine Verwechselung der Jahreszahlen, siehe im folgenden Kapitel bei der Aleütenreihe Nr. 21.

Acht und vierzigstes Kapitel.

Fortsetzung und Schluß der Geographie der Vulkane. Reihe der Aleutischen Inseln. Reihe der Marianen. Die Vulkane der Neüen Welt: — Der Vulkan des Feüerlandes; Reihe von Chili; Vulkane von Bolivia und Oberperu; Reihe von Quito; Reihe der Antillen; Reihe von Guatimala; Reihe von Mejiko. — Vulkanismus des südlichen Theils vom Rothen Meere. Vulkane im antarktischen Eismeer.

Wir wenden uns, bei der ferneren Aufzählung der Feüerberge, von der nordöstlichen Küste des Alten Kontinents gegen die Neüe Welt, wo uns unter den vulkanischen Erscheinungen zunächst entgegentritt das Verbindungsglied beider Festländer, nämlich

7. Die Reihe der Aleutischen Inseln.

Hr. von Hoff hat sehr richtig bemerkt, daß die Vulkanenreihe in Kamtschatka *) nur erst da anfängt, und sich gegen Süden hin fortsetzt, wo die Reihe der Aleutischen Inseln, durch ihre Fortsetzung, die Behringsinsel, darauf stößt. So sagt Hr. von Buch, indem er hinzufügt, daß die Aleutischen Vulkane schon lange unter die Oberfläche versunken seien, ehe sie die Küsten von Asien erreichen. Ist es gleich wahr, daß die vulkanischen Kräfte in den Commandeurs-Inseln (Behrings-Insel und Kupferinsel) nirgends gegen die Atmosphäre sich öffnen, so wirken sie doch unterirdisch, durch heftige Erdbeben, bei denen sich das Meer zuweilen zehn Fuß und darüber in einem Moment hebt und senkt, wie es

*) D. h. die Reihe der jetzt thätigen Vulkane, weil, wie wir am Schluß des vorigen Kapitels gesehen haben, vulkanische Erscheinungen auf Kamtschatka auch nördlich vom Parallel des Schiwelutsch aus früherer Zeit nicht unbekannt sind.

noch im Juni 1827 der Fall war. Zählt man von Westen nach Osten, so zeigen die sechs oder sieben ersten Inseln und Inselgruppen der Aleuten keine vulkanischen Öffnungen; diese treten erst mit dem Meridian von Long. 177° O. Paris auf, und man erkennt daher, mit Postels, daß die vulkanische Thätigkeit der Aleuten wesentlich gegen die Amerikanische Küste gerichtet ist, und zwar in der Direktion von S.W. nach N.O., die sich so oft auf der Erdoberfläche wiederfindet. Litke's treffliche Arbeit über das Behrings-Meer giebt uns folgende Liste der Aleutischen Vulkane:

1) Klein- oder West-Sitkhin, ist die erste Insel, welche einen brennenden Vulkan enthält; der Krater liegt am Abhange des Berges. Lat. 51° 57′ N., Long. 177° 0′ O.

2) Ostrowa Semisopotschni, d. h. Insel mit sieben Bergen, Lat. 51° 59′ N., Long. 177° 26′ O. Unter den sieben, an 500′ hohen Bergen zeichnet sich einer durch zugespitzte Gestalt aus; er liegt im nördlichen Theil der Insel und raucht beständig; die andern brennenden Stellen, sagt Hr. von Buch, mögen Ausbruchskegel gewesen sein.

3) Ostrowa Goreli, d. h. die verbrannte Insel, Lat. 51° 47′ N., Long. 179° 4′ O., ein sehr hoher, stets rauchender Vulkan, der mit ewigem Schnee bedeckt ist; er hat die Gestalt einer ungeheüern Pyramide und steigt unmittelbar aus dem Meere empor.

4) Tanjaga; auf der südwestlichen Spitze dieser Insel erhebt sich der Vulkan zu bedeutender Höhe; ewiger Schnee liegt bis zur Mitte herunter. L. von Buch vergleicht ihn, dem Umfange nach, mit dem Etna, indem er, nach Sauer, zehn deütsche Meilen im Umfange haben soll. Jeghesröm giebt aber die Dimensionen der ganzen Insel nur zu sechs Meilen in der Länge und kaum drei Meilen in der Breite an. Lat. 51° 55′, Long. 179° 30′ O.

5) Kanjaga; der hohe, bis zur Hälfte seines Abhanges in ewigen Schnee gehüllte, und immer rauchende Vulkan steht im nördlichen Theil der Insel unter Lat. 52° 1′ N. Viele heiße Quellen finden sich am Ufer. Jeghestrröm betrachtet diesen, so wie die Vulkane von Tanjaga und Goreli, für die höchsten in der ganzen Reihe der Aleutischen Inseln.

6) Ost-Sitkhin; Lat. 52° 4′ N., Long. 178° 22′ W. Paris; in der Mitte der Insel steigt der Vulkan in die Schneeregion hinauf; Jeghestrröm hat seine Höhe zu 787′,5 bestimmt. Die Insel hat sehr zerrissene Ufer und ist an vielen Stellen mit einzelnen Felsen umgeben.

7) Kassatotschy; Lat. 52° 9′ N., Long. 177° 37′ W. Dieses kleine, runde, steil emporstrebende Felseneiland trägt auf seiner Spitze einen Krater, der mit Wasser angefüllt sein soll.

8) Koniuschi; Lat. 52° 15′ 48″ N., Long. 177° 17′ W., ein ungeheürer, gegen N. senkrecht emporstrebender Felsen von kaum einer geographischen Meile Länge. Seine Oberfläche ist von spitzen Felsen zerrissen, deren Gestalt sich, durch die Wirkung des vulkanischen Feüers, beständig verändert; ein dicker Rauch qualmt

an vielen Stellen aus Spalten hervor. Die Aleuten haben die Wahrnehmung gemacht, daß dieser Fels sehr merklich, wenn auch langsam, immer mehr aus dem Wasser emporgehoben wird. — Die Insel Atkha, eine der größten der Aleutischen Kette, und in deren Nähe die beiden zuletzt aufgeführten Phänomene vorkommen, enthält mehrere mächtige Vulkane; es werden genannt:

9) Der Kliutschewsker Vulkan, Lat. 52° 20′ N., Long. 176° 20½′ W., und

10) Der Korovinsker Vulkan, Lat. 52° 23′ 42″ N., Long. 176° 21′ 18″ W., die beide auf der Halbinsel liegen, in welche der nördliche Theil von Atkha ausiaüft.

11) Ein dritter Vulkan auf der nordöstlichen Spitze der Insel; und außerdem noch einige andere Feüerberge, die nicht genannt werden. Alle diese Vulkane sind mit ewigem Schnee bedeckt; der Korovinsker ist, nach Jegheströms genauer Messung, 758ᵗ,₈ hoch; er raucht beständig. Der Kliutschewsker Vulkan hat, wie der auf Kamtschatka, seinen Namen von den vielen heißen Quellen, die an seinem Fuße entspringen. Außerdem giebt es daselbst viele Kratere, welche siedenden Schlamm, der nach Schwefel riecht, in Intervallen von einer Minute, auswerfen; stets sieht man hier ein Aufwallen und Brausen wie im siedenden Pech, aber viel stärker; dabei hört man ein dumpfes, unterirdisches Getöse, ähnlich demjenigen, welches mehrere gleichzeitig in Bewegung seiende Dampfmaschinen hervorbringen würden. — Die an Atkha gränzende, lange, schmale Insel Amlia hat zwar keinen Ausbruchskrater, doch läßt sich nach der konischen Gestalt ihrer Berge vermuthen, daß sie ebenfalls vulkanischer Beschaffenheit sei.

12) Siguam; diese Insel, auch Goreli, die verbrannte, genannt, trägt auf ihrer Ostspitze einen kleinen vulkanischen Kegel, der von Zeit zu Zeit einen dicken, schwarzen Rauch ausstößt. Ungefähre Lage: Lat. 52° 22′ N., Long. 174° 38′ W.

13) Amukhta oder Amukhtu, Lat. 52° 26′ N., Long. 173° 24′ W. Der Vulkan dieser Insel ist erloschen.

14) Bunaska; diese Insel, welche nach Kotzebue in Lat. 52° 40′ N., Long. 172° 28′ W. liegt, hat auf ihrer Ostseite einen Vulkan, der im Jahre 1823 (oder 1824) zum ersten Male eine Eruption hatte und die Gestalt der Insel ganz veränderte. Ein dicker Rauch steigt beständig aus dem Krater, und 1830 stieß er Flammen und Aschenregen aus. — Weiter gegen Umnack hin liegt eine Gruppe von Inseln, welche die vier Berge genannt werden; es sind ihrer aber in der That sechs, davon vier vulkanische Erscheinungen darbieten, nämlich:

15) Tschegulak,
16) Ulliaghin, } zwei runde Vulkane, von denen der erste einen Krater hat.

17) Tanakh-Angunakh, die größte und höchste Insel der Gruppe; auf ihrer Westseite steht ein brennender Vulkan, der, nach den Uberlieferungen der Aleuten, vormals eine Insel für sich bildete; allein die Meerenge, welche sie trennte, wurde durch einen Einsturz des Vulkans zugedammt. Am Fuß des Berges springt eine heiße Quelle.

18) Kigamiliakh, hat früher Ausbrüche gehabt, jetzt aber dampft sie nur, und man hört ein unterirdisches Getöse; heiße Quellen sprudeln am Fuß der Felsen.

Die Insel Umnak ist nach Unalaschka die größte der Aleutischen Inseln. Diese beiden Inseln, so wie Atkha, haben die eigenthümliche Gestaltung, daß sie im Südwesten mit einer schmalen, niedrigen Landspitze beginnen, dann allmälig breiter und höher werden, bis sie in ihrem nordöstlichsten Theile den Scheitelpunkt ihrer Höhe erreicht haben, wo die vulkanischen Kräfte sich Bahn brechen aus dem Innern gegen die Atmosphäre. Umnak hat zwei brennende Vulkane:

19) Den Wsewidowsker Vulkan, fast in der Mitte der Insel, deren höchsten Punkt er bildet; Lat. 53° 15′ N., Long. 170° 25′ W.; und

20) Den Tuliksker Vulkan, welcher zehn geogr. Meilen nordöstlich von jenem liegt. Diesen beiden ist dann noch zuzuzählen, obwol er bis jetzt noch keinen über die Meeresfläche hervorragenden Zusammenhang mit Umnak hat,

21) Der Vulkan der Insel Joanna Bogosslowa, d. h. St. Johannis des Theologen, auch Agaschagokh genannt, nach Wassiljeffs Beobachtungen in Lat. 53° 56′ 20″ N. (Tebenkoff fand 53° 58′), Long. 170° 18′ 35″ W.

Diese Insel entstand im Mai 1796. Kotzebue hat einen Bericht über dieses Ereigniß bekannt gemacht, der von Hrn. von Buch in seine Darstellung aufgenommen worden ist. Dem Admiral von Krusenstern verdanken wir einen andern, offiziellen Bericht von Baranoff, dem Vorsteher der Niederlassungen der Russisch-amerikanischen Kompagnie. Es heißt darin: — Am 1. Mai 1796 erhob sich plötzlich ein Sturm aus Norden, und der Himmel verdunkelte sich, was den ganzen Tag anhielt. In der folgenden Nacht nahm der Sturm zu; man hörte an diesem und dem folgenden Tage ein dumpfes Getöse und ein fernes Krachen, das mit Donnerschlägen Ähnlichkeit hatte. Bei Anbruch des dritten Tages nahm der Sturm ab, und der Himmel klärte sich auf. Nun bemerkte man zwischen Unalaschka und Umnak, und nördlich der zuletzt genannten Insel, eine Flamme, die aus dem Meere emporstieg, und bald darauf Rauch, was zehn Tage hinter einander anhielt. Nach Verlauf dieser Zeit sah man etwas Weißes von runder Gestalt über die Meeresfläche sich hervorheben; es nahm sehr schnell an Größe zu. Vier Wochen waren verflossen, und die Flammen hörten ganz auf; dagegen vermehrte sich der Rauch bedeütend; er brachte eine schwarze Substanz mit in die Höhe, die dem Ruß glich, und eine große Menge kleiner, verbrannter Steine (Schlacken). Am 1. Juni 1814 *) wurde eine Baïdara abgefertigt, um

*) So steht bei Krusenstern; vermuthlich soll es 1804 heißen, denn auch der Zeitpunkt des Ausbruches wird in Baranoffs Bericht um zehn Jahre zu spät datirt.

die Erscheinung mehr in der Nähe zu beobachten. Als man sich bis auf eine Entfernung von fünf Werst genähert hatte, wurde eine heftige Strömung zwischen den spitzen blinden Klippen wahrgenommen; dennoch gelang es, ans Land zu gehen, an einer sehr niedrigen Stelle, wo sich Seelöwen in großer Menge auf den Felsen gelagert hatten. Da es sich ergab, daß die Insel nur aus Abgründen besteht, die mit kleinen Steinen bedeckt sind, welche unaufhörlich aus dem Krater hervorgeworfen werden, die Aussicht versperren und die ganze Oberfläche der Insel überschütten, so war es unmöglich, Untersuchungen am Lande zu machen, statt dessen umschiffte man sie; nirgends konnte man süßes Wasser finden. Im Jahre 1815 (ob 1805?) wurde eine zweite Expedition nach der Insel abgefertigt, die man jetzt viel niedriger fand als das Jahr vorher; das schlechte Wetter nöthigte die Leüte, sich sechs Tage hier aufzuhalten. Die Strömung ging um die Insel immer sehr heftig. Die Physiognomie des Eilandes hatte sich ganz verändert; man fand Abgründe erfüllt mit Felsenmassen, die unaufhörlich zusammenstürzen und neüe Abgründe hervorbringen. — So weit Baranoffs Bericht. — Nach dem Plane, welchen Hr. Stein, der Naturforscher der Wassiljeff'schen Expedition, gezeichnet hat, und der von dem Admiral von Krusenstern bekannt gemacht worden ist, hatte das Eiland im Jahre 1819 einen Umfang von nahe 4 geographischen Meilen, und Kapt. Wassiljeff fand die Höhe damals 350'. Dreizehn Jahre später, 1832, wurde es von dem Lieut. Tebenkoff untersucht: nun hatte es nur noch zwei Meilen im Umfange, und die Höhe war bis auf 235' herabgesunken; die Insel hatte die Gestalt einer Pyramide, deren Seiten mit ungeheüern Felsmassen bedeckt waren, welche jeden Augenblick herabzustürzen drohten. Bis zum Jahre 1823 hatte der Vulkan unaufhörlich Feüer gespieen, von da an aber nur noch geraucht. Nur eine Werst nördlich von Bogossloff ragt ein thurmähnlicher Fels aus dem Meere hervor, den schon Cook kannte und ihn Ship Rock nannte. Cook im Jahre 1778, und Saruitscheff im Jahre 1790 fuhren mit vollen Segeln zwischen diesem Felsen und Umnak durch; mit der neüen Insel hat sich aber der ganze Seeboden gehoben; jetzt ist die Passage gesperrt, zahllose Riffe und Klippen füllen den Raum zwischen Bogossloff und der nördlichen Spitze von Umnak; beide mögen mit der Zeit Eine Insel werden. — Im Jahre 1817 öffnete sich ein Berg auf der Nordspitze von Umnak und warf Asche bis Unalaschka und selbst bis Unimak; 1824 ein anderer Berg im nordöstlichen Theil der Insel, und im August 1830 sprang ein kleiner Vulkan in die Luft; beide rauchen noch jetzt. Während dieser unaufhörlichen Bewegungen, welche den Boden von

Umnak zerreißen, sinken ganze Landstriche in die Meereswogen, andere treten aus ihnen hervor. Spuren der Eruptionen finden sich auf der ganzen Insel, calcinirte Steine theils frei an der Oberfläche, theils unter einer sehr dünnen Erdschicht. Heiße Quellen brechen überall hervor, besonders in einem Thale zwischen den Bergen, welche nordöstlich vom Tuliksker Vulkane liegen. Eine dieser Quellen zeichnet sich besonders aus; sie bietet das Phänomen der isländischen Geiser dar: vier Mal in der Stunde wirft sie einen zwei Fuß hohen Strahl aus, dann versiegt sie, ohne die mindeste Spur von einer Öffnung zurückzulassen; bevor sie wieder ausbricht, hört man ein unterirdisches Getöse. An einer andern Stelle der Insel bemerkt man drei, dicht bei einander liegende Quellen, von denen die eine so heiß ist, daß man die Hand nicht darin halten kann, die zweite ist nicht so warm, die dritte ganz kalt. Die Aleuten versichern, daß diese Quellen ihre Temperatur gewechselt haben.

22) Makuschinskaja Sopka auf Unalaschka, Lat. 53° 52′ N., Long. 169° 5′ W. Der nordöstliche Theil dieser Insel (deren Namen eine Verkürzung des wahren Namens Nagunalaska ist) wird von drei hohen Bergketten durchzogen, welche größtentheils aus syenitischem Granit, welcher in Gneis übergeht, zu bestehen scheinen; auf der westlichsten dieser Ketten erhebt sich der Vulkan, welcher nach Litke's trigonometrischen Messungen 856′ hoch ist. In der Mitte des Monats August bedeckte der Schnee 300′ seines obern Theils. Sein Gipfel ist platt, der westliche Abhang aber mit Felsenwänden und einigen sehr spitzen Piks besetzt. Der Rauch dringt aus einem schneebedeckten Plateau hervor, bei dem östlichsten jener Piks, auf den sich die Höhenmessung bezieht. In der Nähe des Vulkans sammeln die Bewohner von Unalaschka eine große Menge Schwefel; und heiße Quellen umgeben seinen Fuß. Erdbeben und unterirdische Detonationen sind auf Unalaschka häufig und finden gewöhnlich in den Monaten Oktober bis April, seltener dagegen im Sommer Statt. Im Juni 1826 ereigneten sich zwei heftige Erschütterungen, während deren der Makuschinski Flammen spie.

23) Akutan. Fast in der Mitte dieser Insel erhebt sich 521′ über die Meeresfläche (nach Litke's Messung) ein von Zeit zu Zeit rauchender Vulkan, dessen Krater nicht auf dem Gipfel selbst, sondern etwas abwärts liegt. Ende August war er ganz von Schnee befreit. Lat. 54° 10′ N., Long. 168° 12′ W. Am nordwestlichen Fuße des Vulkans sieht man deütlich die Überbleibsel eines in die See gestürzten Berges, die jetzt einen spitzen Hügel von schwarzem Gestein bilden. In dieser Gegend liegt am Ufer auch viel Obsidian, und Schwefel giebt es in Menge auf dem Gipfel des Feüerberges. Die Insel hat auch einige heiße Quellen.

24) Die Insel Akun hat auf der nordwestlichen Spitze einen rauchenden Vulkan, Lat. 54° 17′ N., Long. 167° 52′ W., und heiße Quellen springen am Ufer. Es sollen sich hier auch Steinkohlenlager befinden.

Die Insel Unimak, die letzte der Aleutischen Inseln, welche unmittelbar an die Halbinsel Aljaska sich anschließt, ist der Länge nach, von S.W. nach N.O., von einer hohen Bergkette durchschnitten, auf deren Rücken mehrere Essen sich öffnen, die den Verbindungskanal des unterirdischen Feüers bilden, welches den Boden dieser Insel unaufhörlichen Umwälzungen unterwirft; ja die innere Gährung ist von der Art, daß, trotz der großen Menge von Luftlöchern, die Grundfläche dieses Feüerheerdes haüfigen Erschütterungen ausgesetzt ist.

25) Die höchste dieser Essen, der Krater Schischaldinskoi, liegt fast in der Mitte der Insel, in Lat. 54° 45′ N., Long. 166° 19′ W., und ist nach Litke's Messung 1400ᵗ (8953 engl. Fuß) hoch (Postels giebt nur 1263ᵗ an). Der Berg bildet einen regelmäßig emporstrebenden Kegel.

26) Ein zweiter Vulkan, welcher doppelgipflig ist, liegt etwas östlich vo Schischaldinsker.

27) Der Vulkan Pogromnoi oder Nossowskoi liegt sechs Meilen von der südwestlichen Küste. Es soll derselbe sein, welchen Kotzebue gemessen hat; nach dessen eigener Angabe 864ᵗ, nach Chamisso's Angabe aber 1175ᵗ hoch. Kotzebue nennt ihn einen majestätischen, zuckerhutförmigen Pik; er stürzt steil gegen das Meer ab.

28) Ein vierter Vulkan wird von Khudobin in Lat. 54° 32′ N., Long. 167° 2′ W. angegeben. Litke glaubt, daß es der Pogromnoi sei.

29) Ein fünfter und

30) Ein sechster Pik, die beide sehr hoch sind, stehen gegen das Nordostende der Insel hin.

Der Sage nach stand auf der Bergkette, die sich vom Pogromnoi nordöstlich erstreckt, vormals auch ein Vulkan, der aber eingestürzt ist. Dasselbe wird von einem Berge angeführt, der nordwestlich vom Pogromnoi steht, und noch jetzt erinnern sich alte Leüte eines kleinen Vulkans auf der Nordseite desselben Pogromnoi, der Flammen ausstieß und gegen das Jahr 1795 erlosch, als diese Kette mit furchtbarem Krachen und unter dem dicksten Regen weißer Asche in die Luft sprang. Wahrscheinlich war es die Wirkung der durch diese Eruption hervorgebrachten Hitze, daß die Eismassen, womit der Gipfel des Pogromnoi schon bedeckt war, sich ablösten und in die Tiefe rollten, zusammen mit verglasten Steinen und einer ungeheüern Menge Wassers; seit dieser Zeit sieht man an verschiedenen Seiten des Vulkans jene Schlacken Wälle bilden und zwischen ihnen das Eis, das an mehreren Stellen noch nicht geschmolzen ist. Man erinnert sich gleichmäßig noch eines

31) Vulkans, der auf dem Kap Saruitscheff brannte, wo jetzt nur Rauch zwischen großen Felsenmassen aufsteigt. An dieser Stelle sind die Wasser der

Bäche und Sümpfe heiß, und man sammelt daselbst Schwefel in großer Menge. Zwischen den Dörfern Pogromnoi und Schischaldinskoi befinden sich

32) Einige kleine, rauchende Kratere, und noch im Oktober 1826 brach einer derselben aus, indem er große Feüergarben spie und eine ungeheüre Menge weisser Asche, womit die Insel Sanakh bedeckt wurde, und die selbst bis nach Unga, fünfzig d. Meilen weit, flog.

Der Schischaldinsker Vulkan hat seit uralten Zeiten gebrannt. Zu Ende des Jahres 1824 und im Anfange von 1825 waren seine Eruptionen ganz besonders heftig, und gegen die Mitte des Monats März, nach schrecklichen unterirdischen Detonationen, welche auf Unalaschka und Aljaska gehört wurden, spaltete sich ein niedriger Kamm, nordöstlich von diesem Berge, an fünf oder sechs Stellen, und spie Flammen und schwarze Asche aus, womit die Halbinsel Aljaska bis zur Pawlowskischen Bucht überschüttet wurde. Am hohen Mittag herrschte die Finsterniß der Nacht, selbst in dem zehn d. Meilen entfernten Dorfe Morjewskoi. Gleichzeitig stürzte ein Wasserstrom oben vom Berge gegen die Südseite der Insel und bedeckte einen Strich Landes von mehr als zwei d. Meilen, Bimssteine mit sich fortschleüdernd; aber diese Fluth dauerte nicht lange. Selbst das Meerwasser war trübe bis in den Herbst hinein. Seit diesem Ereigniß brannte der Schischaldinsker Vulkan weniger; der Kamm, durch den sich die unterirdischen Kräfte Luft gemacht haben, raucht beständig, und eben so ein kleiner Kegel, welcher anfing, sich auf der Mitte des Kammes zu erheben; im November und December 1830 brüllte es furchtbar im Schooß des Nebels, in den er gehüllt war, und als der Nebel sich verzogen hatte, war Jedermann erstaunt über die schwarze Farbe, welche er angenommen hatte. Der Schnee, womit er immer bedeckt gewesen, war verschwunden, und lange Spalten, aus denen schauderhafte Flammen hervorbrachen, zeigten sich gleichzeitig auf drei Seiten, der N., S. und W. Seite. Auf der Nordseite flammt es immer; das Feüer bricht stoßweise drei Mal in der Minute aus, und nach drei oder vier gewöhnlichen Emissionen kommt eine stärkere Flamme, die von Funken begleitet ist. Im März 1831 schlossen sich zwei Spalten; es blieb nur noch die nördliche übrig, die sich von oben nach unten auf nicht weniger als $^{1}/_{5}$ der ganzen Höhe des Berges erstreckte, während ihre Breite etwa $^{1}/_{7}$ der Länge beträgt. Sie sieht wie glühendes Eisen aus und verändert niemals ihre Gestalt. Auch am nordöstlichen Fuß des Berges soll es brennen. Die Bewohner von Unimak versichern, daß die Erdbeben gegenwärtig bei weitem nicht so häufig seien, als ehemals *).

*) Die nördlich von der Aleuten-Reihe liegenden Pribuiloff-Inseln, St. Georg,

Die Halbinsel Aljaska, welche in ihrer größten Ausdehnung eine Länge von 110 deütschen Meilen hat, bietet in ihren Küstenformen den seltsamsten Kontrast dar. Die südöstliche Küste ist steil und schroff, von unzähligen Busen und Buchten zerschnitten, besetzt mit eben so unzähligen Inseln, Felsen, Klippen und Riffen über und unter dem Wasser, zwischen denen das Meer oft eine außerordentliche Tiefe hat; die nordwestliche Seite dagegen ist gleichförmig platt und endet am Meere mit einer niedrigen, ebenen Küste; sie hat nur wenig Buchten, und selbst diese wenigen sind ganz unbedeütend; sie ist für die Schifffahrt gefahrlos, nirgends zeigen sich Untiefen, überall mäßige Tiefen zum Ankern. Parallel mit dieser Küste, fast längs der ganzen Halbinsel, erstreckt sich eine Gebirgskette, die, an ihrem Südwestende hoch mit mehreren Bergen, die in die Schneeregion reichen, gegen Nordosten hin an Höhe abnimmt und immer mehr von der Küste sich entfernt, je breiter die Halbinsel wird. Über die absolute Erhebung dieser Kette fehlt es durchaus an Nachrichten, doch ist es gewiß, daß sie an mehreren Stellen so bedeütende Depressionen und Unterbrechungen erleidet, daß man auf schwach erhobenen Tragplätzen von Küste zu Küste gelangen kann; dies ist namentlich im Meridian von Long. 163° W. der Fall, wo die Mollers-Bai der nördlichsten Küste von der Pawlowskischen Bucht der Südküste durch einen niedrigen Isthmus getrennt ist, welcher nur 5 Werst Breite hat, und über den die Baïdaren geschleppt werden. Die Vulkane der Halbinsel sind bisher wenig untersucht worden; darf man aber nach den vorhandenen Nachrichten urtheilen, so scheinen sie auf den südwestlichsten, d. i. den höchsten Theil der Halbinsel beschränkt zu sein, und nicht den Meridian von Long. 164° W. zu überschreiten.

33) Die Insel Aamak, Lat. 55° 25′ N., Long. 165° 21′ 45″ W., ist ein erloschener Vulkan, der von oben bis unten mit Trümmern calcinirter Substanzen, mit Lava und Bimssteinen überschüttet ist. Seine Ränder bestehen aus vulkanischen Geschieben und ungeheüern Fragmenten von Lava und Basalt. Die gegenüberliegende, d. h. nördliche Küste von Aljaska besteht aus vulkanischem Sand und Bimssteinbrocken; diese vulkanischen Produkte, auch Lavageschiebe, finden sich auch um die Mollerbucht, wo heiße Quellen sprudeln, und bis zum

---

Lat. 56° 38′, Long. 188° 30′ O., und St. Paul, Lat. 57° 5′, Long. 187° 49′ O., erheben sich mit Steilwänden aus dem Meere. Der höchste Gipfel von St. Georg erhebt sich 169′ über das Niveau der See. Lava und Schlacken zeigen, daß hier einst ein Ausbruch war. Auch hat man zu verschiedenen Malen von den Inseln gegen N.O. hin Feüer zur See brennen sehen, und die Bewohner sind der Meinung, daß sich dort ein Eruptionskegel bilden werde.

Kap Kutusoff, Long. 162° 38′ W., wahrscheinlich aber nur als Auswürflinge des Meeres. — Auf der Halbinsel selbst, und zwar an ihrer Südküste, nicht auf dem Gebirgszuge, werden folgende drei brennende Vulkane genannt:

34) Morschewskaja Sopka, etwa in Long. 165° 20′ W., an der Westseite der großen Morosowskischen Bucht; er ist sehr hoch.

35) Pawlowskaja Sopka, ungefähr in Long. 165° 0′ W., an der westlichen Seite der ebenfalls sehr großen Pawlowskischen Bucht, an ihrem Eingange, unmittelbar am Meere. Er ist der höchste von allen Aljaskischen Vulkanen, höher als der Pik von Unimak (welcher?), sagt Chamisso. Zwei Kratere zeigt er, von denen der südliche brennt; vor etwa einem halben Jahrhundert soll auch der nördliche noch gebrannt haben, er erlosch aber in Folge eines sehr heftigen Erdbebens.

36) Medwednikowskaja Sopka, beilaüfig in Long. 164° 50′ W. (Diese ganze Südküste von Aljaska erwartet noch eine genaue Aufnahme.) Er steht auf einem sehr spitz zulaufenden Vorgebirge und gleicht den Trümmern eines ungeheüern, zusammengestürzten Berges. Vermuthlich ist es derselbe Vulkan, von dem Chamisso sagt, er sei vor einigen Jahren (der Reisende war 1817 in jenen Gegenden) bei einem Ausbruche in sich versunken; es war im Jahre 1786. Cook hat ihn gesehen. — Die auf der Ostseite von Aljaska liegende Insel Unga soll ehemals vulkanische Erscheinungen gehabt haben.

In der Verlängerung der Aljaskischen Halbinsel haben wir endlich noch anzuführen:

37) Den Vulkan an der Nordwestseite von Cooks Inlet, Lat. 60° N., Long. 154° 50′ W., mit großem Krater auf der Seite gegen das Meer, ganz oben auf dem Gebirge und wahrscheinlich noch höher, als die Berge von Aljaska.

Die Gebirgskette setzt gegen Osten fort, in einer Höhe, welche sich stets zwischen 1300′ und 1500′ hält. Zwei Piks erheben sich darüber, die von den Seefahrern mit vieler Wahrscheinlichkeit für Vulkane gehalten worden, beide zu einer Höhe, wie man sie nur in der Andeskette zu sehen gewohnt ist:

Der Elias-Berg, Lat. 60° 17½′ N., Long. 143° 11⅓′ W., 2793′ hoch, und

Der Cerro de Buen Tiempo, Lat. 58° 50′ N., Long. 140° 26′ W., 2303′ über dem Meere.

Diese Berge enden am Croſſ Sund, Lat. 57¾° N.; aber noch etwas südlicher erkannte Lisiansky in dem vor der Insel Sitcha liegenden einzelnen Eilandberge St. Lazarus oder

Edgecumbe, Lat. 57° 1½′ N., Long. 138° 10′, einen Vulkan, der noch im Jahre 1796 flammte und rauchte, acht Jahre später aber, als der russische Seefahrer ihn bestieg, ruhte, was auch der Fall war, als Postels auf Sitcha sich befand (1826). Der Berg ist nach Lisiansky 438′,

nach Postels 466' hoch, und auf seinem ganzen Abhange mit Bimsstein, Schlacken und Pechstein überschüttet. Dem Vulkane gegenüber, auf Sitcha, brechen aus Syenit-Granit heiße Quellen, die eine Temperatur von 66°,2 Cent. haben.

8. Reihe der Marianen.

Die Marianen-Inseln, sagt Chamisso, bilden eine vulkanische Kette, die in der Richtung von Norden nach Süden liegt; die Vulkane und der Sitz der unterirdischen Feüer sind im Norden der Kette, wo unfruchtbare, verbrannte Felsen unter den Inseln gezählt werden. Zwar sagt derselbe Reisende, daß er auf Guahan, der Hauptinsel, Lat. 13° 24' N., Long. 142° 20' O., keine andere Felsart als Madreporenkalkstein gefunden habe; allein diese jüngste Bildung ist auf den nördlichen Theil der Insel beschränkt, wo sie ein mäßig erhöhtes Plateau ausmacht, während der südliche Theil sehr bergig und fast ganz vulkanisch ist. Alle diese Höhen, deren bedeütendste, nach Freycinet's Schätzung, doch nur 250' mißt, haben, wie Quoy's und Postels' Untersuchungen zeigen, die Wirkung des unterirdischen Feüers erlitten, und auf einigen bemerkt man sogar ganze Lavaströme. Der höchste Berg der Insel, Ilikin genannt, war der Heerd dieser Eruptionen, von ihm floß die Lava in verschiedenen Zweigen in's Meer. Aber der Vulkan ist längst erloschen, und keine Spur von einem Krater zurückgeblieben. An der Südseite der Insel springen heiße Quellen.

Von den übrigen Inseln hat Tinian vielleicht einen erloschenen Vulkan; auf Sayppan kommen neben dem Madreporenkalkstein vulkanische Gebilde vor. Die horizontalen Schichten des kleinen Eilandes Faralloe de Medinilla scheinen bedeütend verworfen zu sein durch Erdbeben, welche auf den Marianen mit besonderer Heftigkeit wüthen. Sariguan ist ein abgestumpfter Kegel von etwa 300' Höhe und hat Ähnlichkeit mit Stromboli; und Alles verkündet, daß Faralloe de Torres vulkanisch sei. Zu den noch wirksamen Vulkanen der Marianen-Reihe gehören:

1) Guguan, Lat. 18° 7' N. Dieses kleine Eiland scheint zwar gegenwärtig keine Lavaausbrüche mehr zu haben, dagegen raucht es noch beständig. Die größte der Öffnungen, aus denen der Rauch emporsteigt, liegt zwischen Felsenspitzen, welche offenbar Trümmer der Kraterwand sind. Diese unterirdischen Dämpfe brechen stoßweise hervor und setzen an den Seiten des Trichters eine schwefelartige Substanz ab. Der steile Südabhang ist mit röthlicher Asche bedeckt, der eben so jähe Ostabhang ist von alten Lavaströmen durchschnitten, und rings

am Abhange des Berges lassen mehrere andere Mündungen den Rauch entweichen. Guguan ist, in seinem gegenwärtigen Zustande, eine Solfatara.

2) Pagon, Lat. 18° 45¾′ N., Long. 143° 25′ O. Hat zwei Vulkane, von denen der eine der beträchtlichste der ganzen Reihe ist. Er liefert eine große Menge Schwefel.

Der Vulkan der zunächst folgenden Insel Origan, Lat. 19° 21′ N., brennt gegenwärtig nicht mehr; dagegen ist in voller Thätigkeit:

3) Assomption (der große Vulkan, bei Espinosa), Lat. 19° 45′ N., Long. 143° 15′ O. Lapérouse sagt, er habe drei Meilen Umfang, 200′ Höhe; ein vollkommener Kegel, der bis 200 Fuß über dem Meere völlig schwarz aussah; der Schwefelgeruch, der sich bis ½ Meile weit in die See verbreitete, ließ an der Wirksamkeit dieses Vulkans nicht zweifeln, und der Lavastrom an der Mitte des Berges schien erst vor kurzer Zeit hervorgebrochen zu sein.

Die in der nördlichen Verlängerung der Marianen-Reihe liegenden Vulkane, deren es bis gegen Japan hin noch sieben geben soll, sind sehr wenig bekannt und ihre Lagen ganz unbestimmt. Am besten kennt man die Lage einer Kette von drei Inseln, welche Bernardo de Torres im Jahre 1543 entdeckte und los Volcanos nannte. Der ältere King, Cook's Gefährte, sah sie, und nannte das mittlere Eiland Schwefelinsel; es war deütlich ein Krater zu sehen, und in der Nähe, bis auf ansehnliche Erstreckung, war das Meer ganz mit Bimssteinen bedeckt. Die Insel gegen Norden erschien mit einem hohen Pik. Krusenstern erblickte diese Inseln ebenfalls, im Jahre 1805, und bestimmte die Lage der Schwefelinsel in Lat. 24° 48′ N., Long. 138° 53′ O., und die der südlichen der Volcanos in Lat. 24° 14′ N., Long. 139° 0′ W., deren Pik von Horner, dem Gefährten des russischen Admirals, 520′,₈ hoch gefunden wurde. Die Insel Peel in der Bonin-Sima-Gruppe, Lat. 27° 5′ N., Long. 139° 56′ O., zeigt die entschiedensten Merkmale eines Ausbruches. Postels fand echte poröse Lava, Obsidian, Pech- und Bimsstein. Die Insel ist im Herbste, und besonders im Winter, den heftigsten Erschütterungen ausgesetzt, zu denen sich noch fürchterliche Stürme gesellen, welche die Meereswogen weit ins Land treiben und dazu beitragen, Felsen und Wälder zu zerstören.

Die Reihe der Marianen-Vulkane hat das Eigenthümliche, daß sie isolirt steht und in keine Beziehung zu irgend einem Festlande gebracht werden kann.

Die Vulkane der Neüen Welt.

Wenn auch haüfig und auf bedeütende Längen unterbrochen, hangen doch die Reihen der amerikanischen Vulkane durch ein stets fortlaufendes

Gebirge mit einander zusammen. Sie haben dann, nach Hrn. v. Buch's treffender Bemerkung, in einigen Verhältnissen offenbar eine Ähnlichkeit mit der Reihe der westaustralischen und der molukkischen Vulkane. Sie beügen sich gegen Nordwest und zerspalten sich endlich zu zwei besonderen Reihen, welche den Golf von Mejiko umfassen; und wie diese sich verlieren, da, wo das Kontinent von Asien zusammenhangender und breiter wird, so verschwinden auch die ersteren, seitdem Nordamerika an Breite zunimmt und sich ausdehnt. Eine wesentliche Verschiedenheit dieser beiden Hauptsysteme der Erdfläche, welche nicht übersehen werden muß, liegt aber darin, daß die westaustralische Reihe sich an der konvexen Seite des Festlandes fortzieht, die amerikanische hingegen an der konkaven.

Die meisten ältern und neüern Karten enthalten auf dem Feüerlande einen, oder auch mehrere Vulkane. Die Nachricht von einem feüerspeienden Berge auf der südlichsten Spitze von Amerika ist älter, als man gewöhnlich glaubt. Schon Sarmiento, der die Magalhaens-Straße in den Jahren 1579 und 1580 untersuchte, kennt ihn; er giebt ihm den Namen Volcan nevado, d. h. der mit ewigem Schnee bedeckte Feüerberg. Auch Cordova erwähnt ihn. Kapt. Philip P. King hat ihn, in neüester Zeit, genauer kennen gelernt. Die Südseite des Gabriel-Kanals, sagt er, zeichnet sich durch eine hohe Gebirgsmasse aus, welche wahrscheinlich das höchste Land in der Tierra del Fuego ist. Unter vielen ihrer hohen Piks treten besonders zwei hervor, der Berg Sarmiento, und der Berg Buckland. Der erstere ist 1063' hoch und endigt, indem er sich von einer breiten Basis erhebt, in zwei Spitzen, welche von N.O. nach S.W. liegen und etwa ¼ geogr. Meile von einander entfernt sind. Von Norden gesehen, hat er eine sehr große Ähnlichkeit mit dem Krater eines Vulkans; betrachtet man ihn aber von der Westseite, so stehen die Spitzen in Einer Linie und ihr vulkanisches Aussehen verschwindet. Der nordöstliche Gipfel, auf den sich die Höhenbestimmung bezieht, liegt in Lat. 54° 27' S., Long. 73° 3' W. Den Buckland und das ganze gegen Osten ziehende Gebirge schätzt King 620' hoch. — Weiter gegen Südosten hat Clement im Jahre 1712 einen brennenden Berg gesehen, und fast genau auf dieselbe Stelle bezieht sich das Phänomen, welches an Bord des Conway in der Nacht vom 25. auf den 26. November 1820 wahrgenommen worden ist. Am nordwestlichen Horizont, erzählt Basil Hall, erhob sich ein lebhafter Feüerschein, der in regelmäßigen Zwischenraümen zunahm und der, anfangs roth, allmälig schwächer wurde. Nach vier oder fünf Minuten erschien er wieder, nicht minder glänzend als das erste Mal, ähnlich einer Saüle entflammter, in die Luft geschleüderter Substanzen. Diese

Erscheinung dauerte zehn bis zwanzig Sekunden; die Saüle nahm nach und nach ab und zeigte bald nichts als eine rothe Masse, die endlich ganz verschwand. Die Meinungen über die Natur dieses Phänomens waren an Bord des Conway sehr verschieden, doch stimmten diejenigen Offiziere, welche die Erscheinung mit der größten Aufmerksamkeit durch das Fernrohr beobachtet und früher Gelegenheit gehabt hatten, Stromboli zu sehen, darin überein, daß man Augenzeüge einer vulkanischen Eruption gewesen sei. Kapt. B. Hall setzt den Berg, welcher diesen Ausbruch machte, in Lat. 54° 48′ S., Long. 70° 20′ W., und so hat ihn auch Kapt. King auf seiner trefflichen Karte niedergelegt, „wenn der Vulkan überhaupt existirt,“ fügt er hinzu, „denn wir sahen nichts, was einen brennenden Zustand des Berges angezeigt hätte.“

9. Reihe von Chili.

Kein Theil der Andeskette von Südamerika ist bisher so reichlich mit Vulkanen ausgestattet gewesen, als die Cordillere von Chili. Die Hauptquelle für die Kenntniß derselben war ein Bericht von Alonso d'Ovaglio vom Jahre 1646, der sechszehn Feüerberge, jedoch ohne Beschreibung, aufzählte, demnächst aber auch die große Karte von La Cruz de Olmedilla, von der sie in alle übrigen Karten und Schriften übergingen. So zählte Hr. von Hoff (im Jahre 1824), ohne des Volcan de los Gigantes in Patagonien, Lat. 51° 45′ S, zu gedenken, innerhalb des Raumes zwischen Lat. 46° und 27° S. zwanzig Vulkane auf, und Hr. von Buch vermehrte die Liste (1825) noch mit vier andern. Die folgende Nachweisung ist von Hrn. Pöppig, der sie Hrn. von Humboldt brieflich mitgetheilt hat.

Der berühmte Reisende hat (bei Gelegenheit des Pik von Teneriffa) geaüßert, daß die Südamerikaner viel zu freigebig seien mit der Benennung „Volcano“; diesen Ausspruch findet Pöppig auch für Chili passend, indem fast jeder hervorragende Kegelberg diesen Namen erhält, wenn auch keine Kunde von einem Ausbruche desselben vorhanden ist. Die angeblichen Vulkane von Copiapo und Coquimbo, im nördlichsten Theil der Reihe, hat Niemand jemals rauchen gesehen; vom erstern hat auch schon Meyen gesagt, daß er nicht existire, und der Vulkan von Uspallata verdankt, wie Pöppig glaubt, sein Dasein nur dem britischen Reisenden Schmidtmeyer. Meyen giebt einen „Volcan nuevo“ an, am obern Rio de Juncal, einem Zufluß des Rio de Aconcagua, in einer Gegend, die Pöppig drei Monate lang bewohnte und durchstreifte, ohne eine Spur von thätigen Vulkanen zu bemerken. Die in einzelnen Schluchten vor-

handenen Schlacken und Basalte lassen durch ihr Ansehen auf ein uraltes Verlöschen der nicht mehr sichtbaren Krater schließen.

Den Vulkan von Santiago, Lat. 33° 20′ S., hält Pöppig ebenfalls für zweifelhaft. Miers nennt ihn Pik von Tupungato und schätzt seine Höhe zu 15000 engl. Fuß oder etwa 2350′. Hr. von Buch meint, es möchte vielleicht derjenige Vulkan sein, von dessen Aschenauswurf Gillies überfallen wurde, als er am 1. März 1826 die Cordillere von Santiago nach Mendoza überschritt. Der genannte Reisende erzählt, dieser Vulkan habe seit dem großen Erdbeben von 1822 nicht aufgehört zu brennen; er nennt ihn Volcan de Penqueñes und giebt seine Höhe so an wie Miers, während Pentland dieselbe um 500 Fuß erhöht. Doch ist es nicht ganz deütlich, ob Penqueñes einerlei sei mit Tupungato, oder den Krater auf einem abgesonderten Gipfel bezeichne. — Von Norden nach Süden gezählt, ist

1) Der Volcan de Maypu, Lat. 33° 50′ S., der erste, unbezweifelt thätige, aber, wie sich Pöppig ausdrückt, keineswegs bedeütende Vulkan. Meyen hat ihn bestiegen; er ist ein Nevado und hat zwei Kratere.

2) V. de Rancagua, Lat. 34° 10′ S.; Pöppig hält denselben für apokryphisch. Meyen hat ihn aber brennend gesehen; er liegt fast ganz am westlichen Rande der Cordillere, erhebt sich nur unmerklich über den Kamm und steigt nicht über die Gränze des ewigen Schnee's. Meyen spricht von einem V. de Azufre, Lat. 34° 55′ S., den Gay besucht hat; Pöppig gedenkt seiner nicht; Hr. v. Buch identifizirt ihn aber, wol mit Recht, mit dem

3) V. de Peteroa, Lat. 35° 0′ S. Er raucht zu aller Zeit, erreicht die Schneelinie, war im Jahre 1822 sehr thätig, ist aber jetzt weniger furchtbar als früher, wie schon die Menge alter Lava an seinem Fuße beweist. Der große Seitenausbruch vom 3. December 1762 hat ihn besonders bekannt gemacht.

4) V. de Chillan, etwa Lat. 36° 5′ S. (ohne Zweifel Molina's und Miers' Pico Descabezado und Havestadt's Volcan de Longavi). Er ist sehr thätig im Ausstoßen großer Rauchmassen, hat aber seit vielen Jahren aus dem platten Gipfel keine eigentlichen Eruptionen gehabt. Weiter hinab muß er indeß mit glühenden Laven umgeben sein, denn in dunkeln Nächten erblickt man den Widerschein in den Wolken noch in der Entfernung von 10 d. Meilen. Unter ihm scheint sich ein sehr großer Heerd zu befinden: der ganze, merkwürdig abgeplattete Gebirgszug (la Cordillera de Chillan), der sich weit über die Schneegränze erhebt, ist, nach der Aussage aller Chilenos der Südprovinzen und der Soldaten, die dort Krieg führten, voll von rauchenden Spalten. Früher wurden die siedend heißen Quellen jener Gegend von Kranken besucht, und ebendaselbst, auf Betrieb der spanischen Regierung, viel Schwefel zur Bereitung des Pulvers gesammelt.

5) Die vulkanische Gruppe von Antuco, Volcan de Antuco, Lat. 36° 50′ S., ist sehr thätig und wahrscheinlich über 2000′ hoch, wenn nicht, wie Pöppig

zu glauben geneigt ist, die Schneegränze unter dem Parallel von 37° S. großen Anomalien unterworfen ist. Pöppig, der fast ein ganzes Jahr am Fuß dieses Vulkans gelebt hat, giebt von ihm eine genaue Beschreibung in dem ersten Bande seines trefflichen Reiseberichts. Nach d'Ovaglia's Liste nennen alle Karten diesen Feüerberg fälschlich V. de Tucapel (oder korrumpirt Tocüpel), während z. B. auf Brun's Karte der V. de Antuco (irrigerweise Antajo genannt) an den Quellen des (unbekannt gebliebenen) Rio Duqueco da angegeben wird, wohin Miers seine Silla Velludo verlegt. Die Silla Velludo ist der Gebirgsstock, der mit wahren Glätschern bedeckt, unmittelbar, und zwar nördlich, neben dem V. de Antuco sich erhebt, auf allen Karten fehlt (außer bei Arrowsmith, 1834), und von Pöppig bis zur Schneelinie erstiegen wurde. Der Antuco ist der spitzigste von allen Chilenischen Vulkanen, ja, nächst dem Pik von Teneriffa und dem Cotopaxi, wahrscheinlich von allen Vulkanen der Erde; Pöppig fand den Umfang ungefähr 600 Schritte. Unter den Rauchsaülen, welche beständig aus dem Krater emporsteigen, maß Pöppig eine, welche die erstaunliche Höhe von 3180 Fuß (vom Kraterrande bis zu ihrem höchsten Punkte) erreichte; dann vertheilte sie sich und hüllte ein Viertheil des Firmaments in eine furchtbar dunkle Decke.

Schon der deütsche Missionar Havestadt hat gezeigt (1777), daß jenseits der Cordillere, auf welcher die oben genannten Feüerberge stehen, eine zweite östliche Kette ziehe. Pöppig bestätigt dies, theils durch ein Itinerar des Missionars Gil von Antuco nach Mendoza, theils durch eigene Anschauung. Von dem stets erbebenden Kraterrand des Antuco, sagt er in seiner Reisebeschreibung, gewahrt man weithin die zweite Kette der Anden, die mit der ersten parallel verlaüft. Noch ein Vulkan, dem unbekannten Innern der patagonischen Anden angehörig, ist nach Morgen sichtbar, und zahlreich sind die glockenförmigen Dome aus Porphyr, welche, ohne je selbst Feüer ausgeworfen zu haben, dennoch durch unterirdische Kräfte einst emporgehoben wurden. Jenen Vulkan dieser östlichen Andeskette, die sich durch ein Querjoch in der Gegend der Cordillera de Chillan an die Westkette wieder anzuschließen scheint, nannte Havestadt Pomahuida, wegen haüfiger Ausbrüche, welche die Luft verfinsterten; Pöppig nennt ihn etwas anders:

6) Volcan de Punmahuidda, und sagt, er liege 52 Leguas, etwa O.N.O., von Antuco, und sei ein Doppelberg mit zwei Kratern, von denen aber nur einer sehr thätig ist. Im Jahre 1822 hatte er einen großen Ausbruch, einen kleinen 1827 und 1828. Im ganzen Umkreise sank Havestadt so tief in lockere Rapilli und Schlacken, daß zuletzt durch sie die Thiere die Hufe von den Füßen verloren. Der Vulkan liegt im Lande der Pehuenchen, neben dem alten Wege von Antuco nach den Pampas. Obiger Entfernungs- und Richtungsangabe zufolge dürfte er vielleicht in Lat. 36¼° S., Long. 70° W. Paris, zu setzen sein.

7) V. de Unalavquen. Dieser Vulkan ist von den Biobio-Ebenen nicht

sichtbar. Er liegt südöstlich von Antuco, etwa unter Lat. 37° 10′ S., und gehört, gleich dem vorhergehenden, der östlichen Cordillere an. Den Aussagen der Indianer zufolge ist er sehr thätig.

8) V. de Cura liegt in der westlichen Cordillere, 35 bis 40 Leguas S.S.O. von Tucapel, jenseits der Quellen des Biobio, mithin ungefähr in Lat. 38° S., und trifft so auf den angeblichen V. Callaqui der ältern Berichterstatter; Pöppig identificirt ihn mit dem Pico Mulliqueico des Miers. Der V. de Cura ist leicht zugänglich, sehr thätig, erreicht aber die Schneegränze nicht.

9) Volcan de Villarica, Lat. 39° 10′ S., Long. 73° 30′ W. Er ist sehr deütlich in den Ebenen von Los Angeles (Lat. 36° 50′ S.) sichtbar. Ein Berg von den herrlichsten Umrissen, der weit hinab mit Schnee bedeckt ist, und, wie Pöppig selbst bemerkt hat, unaufhörlich raucht. Von Norden her, in der Entfernung von etwa 25 deütschen Meilen gesehen, erscheint er fast getrennt von der eigentlichen Cordillere, weshalb ihn frühere Reisende mehr ins platte Land hinab verlegen. Unter den thätigen Vulkanen Chili's ist dieser unstreitig der höchste. Villarino, der ihn (1783) von Osten her sah, nennt ihn, seiner Großartigkeit wegen, Cerro Imperial, den kaiserlichen Berg; sein Pik, sagt er, steht allein, und jenseits (d. i. westlich) der Hauptkette der Cordillera, etwa fünf Leguas weit; er ist von der Spitze bis zur Basis mit Schnee bedeckt; die Indianer des Rio Negro, die Pehuenchen, nennen ihn Yajaunassen Die östliche Cordillere scheint etwa in Long. 71° W. Paris von diesem patagonischen Rio Negro durchbrochen zu werden. In dieser Gegend, welche östlich von der Mündung des Neuquen oder Rio Diamante liegt, laufen weiße Bergreihen parallel mit dem Strome, eine halbe Stunde von ihm abstehend; die Ufer sind hoch und steil und mit Geschieben bedeckt; die entfernteren Bergketten haben aüßerst fantastische Formen, manche haben das Ansehen von Kastellen und Verschanzungen. Nie sah ich, bemerkt Villarino, eine so furchtbar aussehende Bergwüstenei, nie eine Gegend, die nicht allein von vegetabilischem, sondern auch von animalischem Leben so entblößt gewesen wäre, nicht ein einziger Vogel war zu sehen; Felsenblöcke stürzten unaufhörlich in den Strom, hemmten unsere Schiffahrt und machten sie von Tag zu Tag schwieriger und gefährlicher. Außer dem Cerro Imperial erblickte Villarino nur noch einen einzigen, weit hervorragenden Nevado auf der westlichen Cordillere, der noch höher als jener zu sein schien; vermuthlich ist es der

10) Volcan de Osorno, von dem Pöppig sagt, daß er bisweilen rauche. Villarino's Andeütungen zufolge über die Direktion, in welcher er ihn gesehen, mögte er in Lat. 40° 20′ S. zu setzen sein.

Alle Vulkane des Araucanen-Landes älterer Karten, Volcan de Chiñal (der zwei Mal auf den Karten angegeben wird, das erste Mal in der spanischen Orthographie, das andere in der italiänischen: Chignal), V. de Valdivia, Ranco, Guanuco (Guanahuco), Notuco, Anonimo, existiren entweder nicht, oder sind Synonyme der genannten. Pöppig ist der Meinung, daß nur in den östlichen Cordilleren, aber nicht auf der

Seite von Chili, noch unbekannte Vulkane vorhanden sein können. Dahin gehört vielleicht der Notuco, welchen Hr. von Buch in der neüen Ausgabe seines Werkes (1836) Votuco nennt, und von dem er, nach Molina und Savallos, sagt, er sei ein zuckerhutförmiger Kegel und werfe so viel Asche und Dämpfe aus, daß auf vier oder fünf Leguas in der Runde nichts wachsen könne. Gewiß aber ist es, daß er nicht da liegt, wo ihn die Karten anzugeben pflegen, d. h. südöstlich vom Volcan de Villarica, in etwa 39° 20′ S.; in dieser Lage hätte er von Villarino bemerkt werden müssen, was nicht geschehen ist. Entweder dürfte er mit Pöppig's V. de Unalavquen (Nr. 7) einerlei sein, oder auf der Südseite des Rio Negro liegen. Nordöstlich von Mendoza, im Parallel von Lat. 33°, ebenfalls in einer ganz unbekannten Gegend, enthält de la Rochette's große Karte (London, 1807) einen Vulkan, which bursts out in this valley between two mountains. Neüere Karten haben ihn nicht.

11) Im Lande der Cuncos, östlich von Chiloë, erhebt sich ein sehr thätiger Vulkan, der zur Zeit von Pöppig's Aufenthalt in Chili sich einmal so kräftig entlud (Juli 1828), daß man die Explosionen in San Carlos de Chiloë vernahm, und ein Schiffskapitain versicherte, in der Nacht den Feüerschein etwas westlich vom Meridian von 77° 20′ W. Paris, d. i. mindestens 40 deütsche Meilen von der Andeskette, beobachtet zu haben. Pöppig glaubt, es sei dies vielleicht der Volcan de Quechucabi, den sie in Lat. 41° 10′ S. anzugeben pflegen, und schließt seine lehrreiche Darstellung mit dem Bemerken, daß es vergeblich sei, in Chili Nachrichten über jene Gegenden einziehen zu wollen *).

*) Die älteren Verzeichnisse führen auf der Cordillere von Chili den Aconcagua als einen Feüerberg an. Miers sagt aber, daß er nur wegen seiner Gestalt und Höhe die Benennung eines Vulkans erhalten habe, daß kein Ausbruch von ihm bekannt sei und auch das Gestein in seiner Nachbarschaft nicht auf eine vulkanische Thätigkeit schließen lasse. Auch Pöppig gedenkt seiner nicht; dagegen bemerkt Kapt. Fitz Roy ausdrücklich, der Aconcagua sei ein Vulkan und brenne von Zeit zu Zeit. Was diesen Berg besonders merkwürdig macht, ist, daß er eine größere Höhe als der Chimborazo erreicht. Verschiedene Messungen, welche die unter Fitz Roy's Befehl stehenden englischen Seeoffiziere an mehreren Punkten der Küste von Valparaiso ausführten, geben dem Aconcagua eine Höhe von 23000 engl. Fuß im Minimum, und 23400 Fuß im Maximum; im Mittel setzt Fitz Roy die Höhe auf 23200 Fuß oder 3628ᵗ; ja, Kapt. Beechey hat diese Mittelhöhe noch um einige hundert größer gefunden. Der Berg liegt 89,5 geogr. Meilen von Valparaiso in der Richtung N. 74° 56′ O., hiernach in Lat. 32° 13′ S., Long. 72° 35′ W. Paris. — Fitz Roy, der unermüdliche Forscher des südamerikanischen Littorals, hat auch den Lauf des Santa Cruz, des beträchtlichsten Stroms in Patagonien, von seiner Mündung aufwärts bis an den Fuß der Cordillere untersucht, und an den Ufern desselben weitgestreckte Lavafelder gefunden. „Wie außerordentlich, ruft er aus, muß die vulkanische Thätigkeit gewesen sein,

10. Vulkane von Bolivia und Oberperu.

Wenn unter den thätigen Vulkanen von Chili der Maypu der nördlichste ist, so zeigt sich in der Andeskette ein Raum von nicht weniger denn zwölf Meridiangraden oder 180 deütschen Meilen, welcher ganz frei zu sein scheint von irgend einer an die Atmosphäre tretenden Spur vulkanischer Wirksamkeit. Das flache Land in diesem großen Raume wird jetzt beständig durch die furchtbarsten Erdbeben heimgesucht, und es ist, wie Meyen sehr richtig angedeütet hat, gerade das Fehlen eines Kraters die Ursache, daß die elastischen Dämpfe, welche diese unterirdischen Gewitter erzeügen, nicht entweichen können, und daß sie vielleicht so lange dieses Land in Schrecken setzen, bis sie sich einst einen Ausgang verschafft haben werden. Mit dem Parallel von etwa 22° S. beginnt wieder die vulkanische Kraft sich Öffnungen zu bahnen, und hält damit bis über den Parallel von 16½° an. Die Reihe der peruanischen Vulkane umgürtet in einem flachen Bogen die große Biegung des südamerikanischen Kontinents, deren Scheitelpunkt in Arica ist, und steht auf dem westlichen Rande des großen und erhabenen Plateau's, dessen Mittelpunkt der ungeheüere Alpensee Titicaca und das Thal des Desaguadero bildet. Die Kenntniß dieser Vulkane verdankt man hauptsächlich den schönen Untersuchungen von Pentland und Meyen; was d'Orbigny zu ihrer Bereicherung beigetragen hat, ist noch nicht bekannt geworden.

1) Etwa unter dem Parallel von 22° S. erhebt sich die westliche Cordillere zu sehr bedeütender Höhe. Hier bilden die Nevados von Esmoraca und Lipez mit mehreren andern eine Gruppe, welche die Gränze des ewigen Schnee's weit übersteigt. Pentland schätzt ihre Höhe auf 2800ᵗ. In dieser Gruppe muß der Feüerberg liegen, welchen die ältern Karten nordöstlich von der Stadt S. Francisco de Atacama angeben, und der, dieser Nähe wegen, Volcan de Atacama genannt wird. Er mag etwa in Lat. 21° 36′ S. zu setzen sein, nördlich von dem Paß Calama, durch welchen die Handelsstraße von dem bolivischen Freihafen Cobija in nordöstlicher Richtung auf das Plateau nach Oruro und La Paz zieht. Pentland spricht von diesem Feüerberge nicht; aber Meyen sagt ausdrücklich, er sei der erste in der bolivischen Reihe von Süden her. Die Lage, welche ihm

---

welche flüssige Lava über einen so ungeheüern Landstrich ergoß! Floß die Lava von der Andes-Cordillere herab, oder brach sie aus Kratern im flachen Lande?" Fitz Roy verfolgte diese Lavaströme auf einer Entfernung von fast 20 deütschen Meilen. Die höchste Spitze der Cordillere, welche er Mount Stokes nannte, hat 1000ᵗ Höhe; sie liegt in Lat. 50° 30′ S., Long. 75° 25′ W. Paris, und die höchsten Lavafelder erheben sich 520ᵗ über das Meer. Der Santa Cruz ergießt sich unter Lat. 50° 10′ S., Long. 70° 40′ W. in den Atlantischen Ocean.

Meyen's Karte anweist, scheint übrigens keine Berichtigung der bisherigen Ansicht zu sein; ich sage „scheint", weil diese Gegenden äußerst unbekannt sind.

2) Volcan de Gualatieri oder Sehama gehört der südlichsten Gruppe jener langen Reihe von Schneebergen an, die auf der westlichen oder Küsten-Cordillere bis zum Parallel von Lat. 18° S. ununterbrochen fortziehen. Jene Gruppe besteht aus vier majestätischen Nevados, von denen der Gualatieri der höchste ist. Er strebt in die Höhe von der Scheitelfläche eines aus rothem Sandstein bestehenden, weit ausgedehnten Plateau's, über dem Alpendorf Cosapa in der bolivischen Provinz Carangas, fünf Leguas von Turco, in der Gestalt eines der regelmäßigsten abgestumpften Kegel, welche Pentland in den Andesketten gesehen hat. West- oder seewärts blickt er auf den Hafen Iquique der peruanischen Provinz Tarapaca, daher liegt er ungefähr in Lat. 20° 13′ S. *). Der Kegel, der von seiner Basis bis zur Spitze in eine ewige Schneedecke gehüllt ist, hat eine Höhe von 749′, und seine absolute Höhe kann nicht weniger denn 3440′ betragen; er raucht und dampft beständig, und die Indier behaupten, sogar Flammen aus ihm aufsteigen gesehen zu haben.

3) Nördlich von Gualatieri, und zu derselben Gruppe gehörend, erheben sich zwei prachtvolle Nevados, welche wegen der Ähnlichkeit ihrer Formen und der gegenseitigen Nähe halber von der Kreolen-Bevölkerung Melizzos, d. i. Zwillinge, genannt werden. Der südlichere dieser zwei Nevados bildet einen ganz vollkommen abgestumpften Kegel, der vermuthen läßt, daß sein Gipfel von einem Krater durchbohrt sei, welcher noch immer in Thätigkeit sein möchte, obwol es Pentland nicht gelungen ist, zu erfahren, daß man ihn habe Asche oder Rauch ausstoßen sehen. Es ist der Vulkan von Chungara, wie ihn die Indier nennen. Wahrscheinlich liegt er in Lat. 19° 10′ S., auf der Gränze zwischen der peruanischen Provinz Tarapaca und der bolivischen Provinz Carangas, nördlich über einer Gruppe von drei kleinen Alpenseen, an deren Ufern die Indier-Dörfer Isluya, Anguago, Pasi und Mangu gelegen sind. Südwestlich davon findet man in der Cordillera Real, wie die Andeskette hier heißt, bei der Ortschaft Pochallisa, Wasser auswerfende Kratere (Volcanos de Agua) **). Der andere Zwilling heißt bei den Indiern Parinacota ***) und zeigt durch seine Glockengestalt, daß er durch eine große Trachyt-Erhebung entstanden ist.

4) Der Volcan (oder wie man in Peru gemeiniglich sagt: Nevado) de Chipicani, an dessen südwestlichem Fuße der Weiler Tacora gelegen ist, Lat. 17° 50′ S., besteht aus einem zusammengestürzten Krater mit einer thätigen

*) Die kleine Karte, welche zur Erlaüterung von Pentland's Beschreibung dienen soll, setzt den Sehama und die ganze Gruppe, zu der er gehört, viel zu weit gegen Norden.

**) Plano topográfico de la Provincia de Tarapáca, — eine handschriftliche Karte, von Hrn. Meyen aus Lima mitgebracht, und von demselben mir wohlwollend mitgetheilt.

***) Die eben genannte Karte hat in der Nähe des Vulkans einen Berg Carabota.

Solfatara in seinem Innern, die eine Menge wässeriger und salzsaurer Dämpfe ausstößt, aus denen durch ihre Verdichtung der Rio Ayufrado, der Schwefelfluß, ein bedeütender Gießbach, entsteht. Der Chipicani erhebt sich 2658′ über das Meer.

5) Volcan Viejo, Lat. 16° 55′ S., am Ostrande der Küsten-Cordillere, gegen die Laguna de Puno (Titicaca-See). Meyen konnte seinen wahren Namen nicht erfahren; er nennt ihn so, weil er nach Aussage der Bewohner des Dorfes Pisacoma, der nächsten Ortschaft, seit undenklichen Zeiten nicht gebrannt hat. Er ist von großem Umfange und zeigt auf seinem Gipfel einen gewaltigen Krater; ungeheüere Massen feldspathiger Laven, wahre Bimssteine, sind demselben entflossen. Meyen schätzte die Erhöhung dieses Nevado über die allgemeine Kette auf 3000 bis 4000 Fuß; und da die Gräte des Plateau's selbst die außerordentliche Höhe von 16200 Fuß zu erreichen scheint, so stellt sich die absolute Höhe dieses Vulkans auf mindestens 3100 bis 3300′.

6) V. de Omate, Lat. 16° 50′ S., auf dem Westrande der Cordillere. Im Jahre 1667 hatte er eine heftige Eruption.

7) V. de Uvinas, oder Ubillas, zehn Leguas südöstlich von Arequipa, in Lat. 16° 30′. Er hat nach Osten hin einen Krater von gewaltigem Umfange. Seit dem sechszehnten Jahrhundert, wo er einen Ausbruch machte, welcher viele Meilen rings umher das Land verwüstete, befindet er sich im Zustande der Ruhe. Pentland schätzt seine Höhe zu 2500′.

8) Über der volkreichen Stadt Arequipa, der Hauptstadt des südlichen Peru, thürmen sich, in Lat. 16° 24′ S., drei Nevados von nahe gleicher Höhe auf, nämlich der Pichu-Pichu, der Volcan de Arequipa, oder Guagua-Putina, und der Chacani. Der erste und dritte dieser Berge bilden zwei langgestreckte, zackige Kämme, während der zweite einen sehr regelmäßigen, abgestumpften Kegel darbietet. So sagt Pentland, indem er hinzufügt: Der Pichu-Pichu und der Chacani bestehen aus Trachyt und haben wahrscheinlich einen Theil der Wände eines sehr großen Erhebungskraters gebildet, in dessen Mitte der viel neüere Eruptionskegel Guagua-Putina emporgestiegen ist, der einen tiefen Krater hat, welcher beständig Asche und Rauch auswirft. Er giebt ihm eine Höhe von 2873′ über dem Wasserpaß des Großen Oceans. Und dies dürfte die wahrscheinlichste sein. Andere Messungen dagegen geben: Hänke, der deütsche Naturforscher, welcher die Malaspina'sche Expedition begleitete, 3180′; Curzon, ein Amerikaner, 2780′; und Dolley, ein Franzos, 2967′. Während Pentland, wie wir gesehen haben, den Chacani als eine Ruine des Erhebungskraters ansieht, glaubt Curzon an ihm, den er Cacheni nennt, einen großen Krater bemerkt zu haben, der sich gegen S.O. öffnet; er sagt auch, daß dieser Krater höher sei, als der Vulkan von Arequipa, der ihm zufolge Misti heißen soll; eine Ansicht, welche dadurch Gewicht erhält, daß Dolley ihn 3063′ hoch gefunden hat. Was die Verschiedenheit der Ansichten über den Chacani betrifft, so möchte man wol geneigt sein, der von Pentland den Vorzug einzuraümen, da es einem Pentland, diesem Schüler der Humboldt, Cuvier, wol zugetraut werden kann, daß er einen Aus-

bruchskrater von einem Erhebungskegel zu unterscheiden wisse. Der Guagua-Putina hat in früheren Jahrhunderten, und noch im achtzehnten, große Eruptionen gehabt, welche ganze Ortschaften zerstörten; und man pflegt ihn jetzt als ziemlich erloschen anzusehen, allein man darf ihm nicht trauen; im Jahre 1830 begann er von Neüem, eine Rauchsaüle auszustoßen und etwas Steine und Asche zu werfen.

11. Reihe von Quito.

Es ist schon früher der Ansicht A. v. Humboldt's gedacht worden, der zufolge es nicht unwahrscheinlich ist, daß der größte Theil des Hochlandes von Quito mit den angränzenden Bergen nur ein einziges, ungeheüeres vulkanisches Gewölbe bilde, welches sich von Süden nach Norden erstreckt und einen Raum von mehr als 600 Quadratmeilen einnimmt. Der Cotopaxi, der Tunguragua, der Antisana, der Pichincha stehen auf demselben Gewölbe, wie verschiedene Gipfel desselben Berges. Feüer bricht bald aus dem einen, bald aus dem andern dieser Vulkane hervor; allein, wenn ein verstopfter Krater uns ein erloschener Vulkan scheint, so mögen doch deshalb die vulkanischen Ursachen im Innern auch in seiner Nähe nicht weniger wirksam sein: unter Quito so gut, wie unter Imbaburu oder Pichincha.

Die Reihe der Quito-Vulkane ist von der peruanischen fünfzehn Meridiangrade oder 220 deütsche Meilen entfernt. In diesem langen Zuge der Andeskette herrschen sekundäre Gebirgsarten vor, und nur selten treten Felsarten von trachytischer Beschaffenheit, und dann auch nur auf kleinem Raume, auf. Quito bildet ein Hochthal, das auf beiden Seiten von den Cordilleren begleitet wird, und die Vulkane stehen bald auf der einen, bald auf der andern Kette, bald außerhalb derselben. Die Reihe der Feüerberge beginnt mit dem

1) Sangay oder Volcan de Macas, Lat. 2° 0′ S. Er liegt außerhalb der östlichen Cordillere, am Fuß des östlichen Abhanges, und doch hat er, nach La Condamine, eine Höhe von 2680′. Er dampft fortwährend, und 1742 leüchteten auch Flammen aus seinem Krater über die Kette.

2) Tunguragua, Lat. 1° 30′ S., nach Humboldt 2544′ über dem Meer.

3) Carguairazo, Lat. 1° 23′ S., 2451′ hoch, nach La Condamine. Sein Nachbar, der Trachyt-Dom Chimborazo, der höchste Berg der Andes von Quito, erhebt sich noch um 907′ über seinen gegenwärtigen Gipfel, der seit dem Einsturz vom 19. Juli 1698 bedeütend niedriger geworden ist.

4) Cotopaxi, Lat. 0° 41′ S., in der östlichen Cordillere. Dieser, seit 1742 fast beständig in Bewegung seiende, ungeheüere Kegel ist nach Humboldt's Messung 2952′ hoch.

5) Sinchulagua, Lat. 0° 35′ S., in derselben Kette, 2570′ hoch, nach Condamine.

6) Guachamayo, am Fuß der östlichen Cordillere, nicht fern von der Quelle des Rio Napo.

7) Antisana, Lat. 0° 33′ S., ebenfalls in der östlichen Kette, 2993′ über dem Meere. Er ist der einzige unter den Vulkanen Quito's, an dessen Gipfel Hr. von Humboldt etwas einem Lavastrom Ähnliches gesehen hat; dieser Strom war dem Obsidian fast gleich; auch Bimssteine und pechsteinartige Schlacken wurden bemerkt.

8) Pichincha, Lat. 0° 10′ S. Mit diesem Vulkane öffnet sich das unterirdische Feüer seine Luftlöcher auf der westlichen Kette. Der Pichincha liegt über der Stadt Quito, 2941′ hoch, nach Humboldt's Messung. Im Jahre 1831 war er in vollem Ausbruch.

9) Volcan de Imbabaru, Lat. 0° 20′ N., auf der Westseite des Thals, unweit der Stadt Ibarra.

10) Volcan de Chiles, Lat. 0° 36′ N., westlich von Tulcan. Er gehört einer Kette an, die mit ewigem Schnee bedeckt ist.

11) Cumbal, nördlich von dem vorigen, mit dem er zusammenhangt. Boussingault hat ihn 2453′ hoch gefunden. Er hat mehrere Öffnungen in der Gestalt von Krateren etwas unterhalb seines Gipfels, aus welchem beständig eine große Menge Dampf und Rauch aufsteigt. Nie hat man aber größere Ausbrüche gehabt.

12) Azufral, Lat. 1° 2′ N., ein zackiger Bergrücken mit mehreren, dampfenden Krateren, von denen einer ein siedender Schwefelpfuhl ist. Er reicht nicht bis an die Gränze des ewigen Schnees.

13) Volcan de Pasto oder Tuqueres, Lat. 1° 13′ N.; er liegt westlich der Stadt Posto und ganz getrennt von der Cordillere. Boussingault hat seine Höhe 2103′ über dem Meere gefunden. Der Krater hat zwei Öffnungen an der Spitze eines Hügels, aus denen nicht allein Dämpfe, sondern auch Flammen aufsteigen. Als im Februar 1797 die Erschütterungen begannen, welche das Thal von Quito zerstörten, hörte der Vulkan von Pasto plötzlich auf zu rauchen.

In der Gebirgskette, welche die großen Längenthäler des Magdalenen-Stroms und des Rio Cauca trennt, stehen drei Vulkane:

14) Sotara, Lat. 2° 13′ N., südöstlich von Popayan, ein abgestumpfter Kegel, früher eine Spitze, die seit sechszig Jahren verschwunden ist. Er reicht in die Schneegränze.

15) Purace, Lat. 2° 20′ N., östlich von Popayan. Boussingault hat ihn 2664′ hoch gefunden. Der Sotara sowol als Purace stehen nicht auf dem Kamm der Cordillere, sondern erheben sich auf dem westlichen Abhang derselben.

16) Volcan de Tolima, Lat. 4° 35′ N., nördlich vom Quindiu-Paß; er ist 2821′ hoch und hatte schon 1595 einen Ausbruch, dann ruhte er zwei Jahrhunderte lang. Die ganze Andeskette zwischen den oben genannten beiden Strömen wurde am 16. November 1827 unter furchtbaren Detonationen von einem fünf Minuten dauernden Erdbeben erschüttert.

17) Vulkan am Rio Fraga, Lat. 2° 10′ N., östlich von den Quellen des Magdalenen-Stromes. Dieser stets dampfende Feüerberg ist der einzige bekannte Vulkan auf der östlichen Cordillere, welche sich an die Küstenkette von Venezuela anschließt; er deütet auf die Möglichkeit einer Verbindung zwischen der vulkanischen Reihe der Andes und den Vulkanen der Antillen hin.

12. Reihe der Antillen.

Diese Reihe, sagt Hr. v. Buch, hat Eigenthümlichkeiten, welche Aufmerksamkeit verdienen. Daß sie unmittelbar mit der primitiven Gebirgsreihe von Caraccas in Verbindung stehen, wird fast bis zur Evidenz dadurch bewiesen, daß die Erdbeben-Erscheinungen von Caraccas sogleich aufhörten, als in St. Vincent der Vulkan ausbrach. Ist aber dies der Fall, so muß die Verbindung durch die Inseln Tortuga und Margarita Statt finden. Diese Reihe wendet sich; vulkanische Inseln mit Krateren liegen in einem Bogen fort und endigen sich an einer neüen primitiven Kette, da, wo dieser Bogen völlig wieder die Richtung der Silla de Caraccas erreicht hat. Die blauen Berge von Jamaica, die Granitberge im südlichen Theile von San Domingo, Portorico, laufen Parallel mit der Silla, und doch sind sie ebenso eine Fortsetzung der Vulkanreihe der kleinen Antillen, wie diese die Fortsetzung der Silla gewesen war.

Alle diese vulkanischen Inseln sind wirkliche Vulkane, nicht blos Schwefel dampfende Solfataren; alle liegen in einer fortlaufenden Kette hinter einander, ohne von nicht-vulkanischen Inseln unterbrochen zu sein. Dagegen zieht sich im Osten dieser Inseln, außerhalb gegen den Ocean, eine andere, wenn auch weniger bestimmte Reihe von Inseln hin, die nur wenige Spuren von vulkanischen Phänomenen darbieten; es sind niedrige Kalkstein-Inseln. Aber auch die Vulkane sind nicht hoch; keiner von ihnen dürfte 1000′ über das Meer sich erheben. Die Kette der vulkanischen Inseln besteht aus zehn Gliedern, die, von Süden nach Norden gezählt, folgende sind:

1) Granada, Lat. 12° 15′ N. Aus der Hauptmasse der Insel, die aus Grauwacke, Thonschiefer, Sandstein ꝛc. zusammengesetzt ist, und die in dem Katharinenberg (Morne Michel) eine Höhe von 500′ erreicht, erhebt sich der Morne Rouge, in drei konischen Hügeln, von 80 bis 100′ Höhe, die gänzlich aus Schlacken und Verglasungen bestehen; daher, sagt Hr. v. Buch, ist er wol ein Ausbruchskegel.

2) St. Vincent, Lat. 13° 10′ N. Morne Garou, der Vulkan und zugleich der höchste Berg der Insel, ist nach Chisholm 785′ hoch. Der Krater, Souffrière genannt, hat drei engl. Meilen im Umfange, 500 Fuß Tiefe und in der Mitte einen konischen Kegel, der am Gipfel mit Schwefel bedeckt ist. Die Abhänge des

Vulkans sind von Lavaströmen durchfurcht. Außer diesem Krater giebt es noch einen zweiten, etwa 1½ Meilen von jenem, durch einen schmalen Kamm getrennt. Er scheint durch den Ausbruch vom Jahre 1812 entstanden zu sein.

3) St. Lucia, Lat. 13° 50′ N. Der Krater befindet sich in einer scharfen und steilen Kette, welche die Insel durchzieht, aber nur 200 bis 300′ hoch ist. Seine Umgebungen sind ungemein hoch und steil; Dämpfe brechen überall hervor, und in einem tiefen Thale kocht das Wasser vieler kleinen Seen so sehr, daß die Wasserblasen vier bis fünf Fuß hoch geworfen werden, und das abfließende Wasser nach 6000 Toisen von seiner Quelle noch heiß ist. Im Jahre 1766 soll dieser Krater einen Aschen- und Steinauswurf gehabt haben.

4) Martinique. Der Berg Pelée, im nördlichen Theil der Insel, Lat. 14° 45′ N., enthält einen großen Krater (Souffrière), seine Höhe beträgt nach Dupuget's Messung 736′, nach Monniers genauern Beobachtungen aber nur 693′, der höchste Berg auf Martinique. Mehrere kleine Krater am Abhange erweisen ehemalige Seitenausbrüche, und Bimssteine, die bisweilen 30 Fuß hoch liegen, setzen Trachyt im Innern voraus. Am Piton du Carbet, in der Mitte der Insel, 619′ hoch, findet man Lavaströme.

5) Dominica, Lat. 15° 25′ N. Diese Insel besteht aus einer verwirrten Masse von Bergen, unter denen der Morne Diablotin, oder Terre Firme, mit 831′ der höchste ist. Mehrere derselben enthalten Souffrièren, welche unaufhörlich Schwefeldämpfe ausstoßen, und deren Umgebungen so heiß sind, daß man nicht darauf treten darf. Heiße Quellen brechen überall hervor.

6) Guadeloupe. Die Basaltsäulen der kleinen Eilande les Saintes verbinden Dominica mit Guadeloupe, deren Souffrière, in der Mitte der Insel, Lat. 16° 15′ N., nach Le Boucher 799′, nach Amie 850′ hoch ist. Im Jahre 1797 hat dieser Krater, unter furchtbarem Getöse, eine große Menge Bimssteine, Asche und Schwefeldämpfe ausgeworfen.

7) Montserrat, Lat. 16° 47′ N. Diese Insel steigt gegen ihr N.W.Ende bis zu 400′ in die Höhe. Auf der Südwestseite der Bergkette liegt, in einem flachen Thale, das von drei zusammentretenden Kegelbergen gebildet wird, 156′ über dem Meere, eine kleine Solfatare, welche dieselben Erscheinungen darbietet, wie die Souffriere von Dominica.

8) Nevis, Lat. 17° 14′ N., ist ein einziger Berg von acht Seemeilen im Umfange. Er besitzt auf seinem Gipfel einen ausgezeichneten Krater, der zu Columbus' Zeiten geraucht haben soll, und aus welchem gegenwärtig Schwefeldämpfe niederschlagen. Viele heiße Quellen entspringen auf der Insel; ihre Temperatur wechselt zwischen 55°,0 und 59°,5 Cent.

9) St. Christopher's oder St. Kitt's Insel, Lat. 17° 18′ N. Der höchste Berg der Insel, Mount Misery, 696′ über dem Meere, und aus Trachyt bestehend, birgt in seinem Gipfel einen Krater. Die ganze Insel ist mit vulkanischer Asche tief überschüttet, an einer Stelle liegt sie 75 Fuß hoch. Eine Höhe von 750 Fuß heißt der Schwefelberg (Brimstone Hill), anfangs kegelförmig aufsteigend endigt er in zwei Spitzen. Schwefel giebt es in Menge.

10) St. Eustatius, Lat. 17° 29′ N., schließt die Vulkanreihe der Antillen. Das Eiland ist ein runder Kegelberg mit einem Krater in der Mitte, der, wie Hr. v. Buch sagt, an Größe, Umfang und Regelmäßigkeit seines Gleichen unter allen antillischen Vulkanen nicht wieder findet. Deshalb nennen ihn auch die Engländer „die Punschbowle“.

13. Reihe von Guatimala.

Die Nachrichten über die Vulkane, welche den großen Isthmus krönen, der das Festland von Südamerika mit dem Kontinent von Nordamerika verbindet, sind bisher sehr unvollständig gewesen und sind auch gegenwärtig noch ungenügend; doch ist unsere Kenntniß ganz neüerlich (November 1836) wesentlich bereichert worden durch Don Juan Galindo, einem Ingebornen von Guatimala, Ingenieur-Obersten im Dienste der Republik von Centro-Amerika. Stellen wir die gesammten Angaben unter einen Gesichtspunkt, so dürfte sich folgende, der Wahrheit ziemlich nahe Liste ergeben. Zunächst ist jedoch zu bemerken, daß die Cordillere von Guatimala auf der Südseeseite fast durchgängig eine in der Breite abwechselnde Alluvial-Ebene vor sich liegen hat. Auf der Linie nun, wo beide Formen zusammenstoßen, erheben sich in ununterbrochener Reihe die Vulkane, in verschiedenen Entfernungen von einander abstehend und auch verschieden an Höhe; doch überschreitet keiner das Niveau von 2000 über dem Meere, obwol viele derselben den Rücken der Centralkette weit überragen. Einige Vulkane stehen indessen auf dieser selbst, und zwar gilt dies von den östlichsten, alle aber folgen der Richtung der Cordillere, d. i. von S.O. nach N.W., mit einer so großen Regelmäßigkeit und Beständigkeit, daß man, nach Hrn. v. Buch's scharfsinniger Bemerkung, immer den Vulkanen mißtrauen muß, welche man an Punkten angiebt, die von dieser Richtungslinie merklich abweichen; denn diese Linie ist wahrscheinlich durch „eine ungeheüre unterirdische Spalte hervorgebracht worden, die den innern Kräften dazu dient, sich Bahn zu brechen vermittelst jener gigantischen Essen, welche sie über diese Spalte emporgehoben haben.“

Die Reihe der Vulkane von Guatimala beginnt nicht, wie man bisher angenommen hat, mit dem Meridiane von Long. 85° 10′ W. Paris, sondern einen Grad westlicher, in Long. 86° 5′ W. Im Staate von Costarrica, dem östlichsten der Vereinigten Staaten von Mittelamerika, finden wir, von Südosten nach Nordwesten gezählt, den ersten Vulkan bei der Stadt Cartago:

1) Volcan Irasu oder Volcan de Cartago, Lat. 9° 35′ N., Long. 86°

11′ W. Paris, nach Galindo's schöner Karte. Rouhault und Dumartray schätzen — (wir sagen schätzen, weil man nicht erfährt, auf welche Weise diese Reisenden ihre Höhenbestimmungen gefunden haben) — die Höhe dieses Vulkans zu 3500 m oder 1795′. Der Irasu hat in der Geschichte von Costarrica eine traurige Berühmtheit erlangt, durch das furchtbare Phänomen seiner ersten Eruption, welche im Jahre 1723 Statt fand; heftige und häufige Erschütterungen waren in ihrem Gefolge, und ein dunkler Nebel, sagt Galindo, welcher drei Tage dauerte und eine furchtbare Finsterniß verbreitete, die noch auffallender und schrecklicher die großen Feüermassen machte, von denen gleichzeitig die Stadt Cartago und das Land weit umher überfluthet wurde.

2) V. Turrialva, Lat. 9° 44′ N., Long. 86° 5′ W., nordöstlich vom Irasu.

3) V. Chirripo, Lat. 9° 48′ N., Long. 86° 7′ W., der, wie es scheint, mit dem vorigen zusammenhangt; einen von beiden nennen Rouhault und Dumartray V. de Villavieja, nach der Stadt dieses Namens, welche jedoch 4 deütsche Meilen gegen S.W. entfernt ist. In der Nähe des Chirripo ereigneten sich am 7. Mai 1822 zwei Erdstöße, von denen der letzte sich besonders auszeichnete: das Phänomen begann mit einer wellenförmigen Bewegung, die von Ost nach West gerichtet war; darauf folgte eine senkrechte Bewegung und dann wiederum eine Welle wie zuvor. Viele Gebaüde stürzten ein, und die Spitze des Portico der Kirche zu Cartago, so wie die Kuppel von einem der Thürme der Kirche zu San Jose wurden gegen Westen geschleüdert. Im Thale Matina, welche O.N.O. von San Jose liegt, wurde das Erdreich zerrissen, und es drang aus den Spalten Sand und Salzwasser hervor. — Die hier genannten drei Vulkane liegen nicht an der Scheidung der Küstenterrasse und der Cordillere, sondern im Binnenlande: der Irasu auf dem Plateau von San Jose, das eine mittlere absolute Höhe von 775′ zu haben scheint (nach Rouhault und Dumartray), von wo man sanft zur Cordillere hinaufsteigt; die beiden andern Feüerberge stehen auf dem östlichen, zum Caraibischen Meere gerichteten, Steilabfall des Scheidegebirges.

4) Volcan de Barba, Lat. 9° 28′ N., Long. 86° 23′ W., südwestlich von Cartago, am aüßern Fuß des gegen den Großen Ocean gerichteten Randgebirges des Plateau's von San Jose.

5) V. de Erradura, Lat. 9° 35′ N., Long. 86° 37′ W., auf der Landspitze, welche den östlichen Eingang des großen Meerbusens von Nicoya bezeichnet, unmittelbar an der Küste.

6) V. de los Votos, Lat. 10° 0′ N., Long. 86° 30′ W., am westlichen Abhang der Cordillere gleiches Namens, über der Stadt Alaguela, welche, nach Rouhault und Dumartray, 564′ über der Südsee liegen soll; dem Vulkane selbst weisen sie eine Höhe von 1540′ an.

Die hier genannten sechs Feüerberge bilden eine vulkanische Gruppe, welche das Plateau von San Jose und Cartago, einen Flächenraum von ungefähr 40 deütschen Geviertmeilen rings umgürten. Galindo zählt sie sämmtlich zu den bedeütendsten Vulkanen von Guatimala.

Hr. v. Humboldt besitzt zwei Manuscriptkarten von dem See (Gran Lago de) Nicaragua, von denen die eine von dem Kommandanten von Omoa, Don Ignacio Maestre und den Ingenieur-Kapitains Don Joaquim Ysasi und Don Jose Alejandre, die andere von dem Alkalden der Stadt Granada, Don Manuel Antonio de la Cerda verfaßt ist. Die erste dieser Karten zeigt, daß die Südseite des Sees, auf einer Strecke von etwa 30 Leguas, sechs Vulkane zu begleiten hat, welche sämmtlich in einer Richtung, von O.S.O. nach W.N.W., in nachstehender Ordnung hinter einander folgen:

7) V. de los Ahogadas, zwischen dem Rio Pocorion Chiquito und dem Rio de los Moquitos, über dem Castell de San Juan, welches am Fluß gleiches Namens liegt, der den Abzugskanal des Sees von Nicaragua zum Atlantischen Ocean bildet. Er scheint aus zwei Spitzen zu bestehen.

8) V. de Seropelos (oder wol richtiger Cerro Pelos, wie Galindo schreibt) über dem südöstlichen Ende des See's, da wo sein Abfluß, der Rio San Juan, beginnt. Der Cerro Pelos scheint eine bedeütende Höhe zu erreichen.

9) V. de Tenorio; von ihm fließt der Rio Frio in den See.

10) V. de Miraballes, etwa in Lat. 11° 10′ N., Long. 87° 27′ W. Von ihm fließen der Rio Coiolor und der R. Tapansapa in den See. Die Karte bezeichnet ihn als sehr bedeütend; in der That rechnet ihn Galindo zu den ansehnlichsten Vulkanen der mittelamerikanischen Reihe.

11) V. del Rincon de la Vieja, Lat. 11° 15′ N., Long. 87° 40′ W. Von ihm fließt der Rio Tortugas in den See. Hr. v. Buch hält ihn für identisch mit dem V. de Zapanzas älterer Berichterstatter.

12) V. de Orosi, ein, der Zeichnung zufolge, mächtiger Berg zwischen den Quellen des Orosi, welcher in den See fällt, und dem Rio del Tenpisque oder Alvarado. Rouhault und Dumartray schätzen seine Höhe auf 3000^m oder 1540′, und es unterliegt wol keinem Zweifel, daß er derselbe ist, welchen die Seefahrer V. de Popagayo genannt haben. Galindo setzt ihn in Lat. 11° 20′ N., Long. 87° 52′ W. — Übrigens liegen diese sechs Vulkane auf der Cordillere, welche die Wasserscheide zwischen dem See von Nicaragua, oder dem Atlantischen Ocean und der Südsee bildet.

13) Im See von Nicaragua liegen mehrere Inseln, von denen eine oder zwei mit einem Feüerberge besetzt sind. Die Karte von Don Ignacio Maestre rc. giebt einen Vulkan auf der Isla Ometepe an, welche, Galindo zufolge, etwa in 11° 40′ N., Long. 88° 0′ W. liegt. Auch er sagt, diese Insel habe einen Volcano, und derselbe sei, wie er ausdrücklich hinzufügt, der einzige im See, zugleich einer von den bedeütendsten von Centro-Amerika. Juarros setzt den Vulkan des See's ebenfalls auf diese Insel. Die Karte von De la Cerda dagegen bringt ihn auf ein wenige Leguas nördlicher gelegenes Eiland und nennt ihn Volcan de Sapaloca. Die Verschiedenheit der Angaben ist hier um so auffallender, da Granada, wo de la Cerda als Alcalde fungirt, ganz in der Nähe

ist. Scrope sagt, der Vulkan des Nicaragua-See's befinde sich, wie Stromboli, in unaufhörlicher Eruption, und er habe, wie dieser, nur noch ein Segment eines Kraters. Die Engländer nennen ihn Devils Mouth. Ob der Masaya darunter zu verstehen sein möchte?

14) Volcan de Mombacho. So nennt der Alcalde den Vulkan, welcher südlich von der Stadt Granada auf einer in den See von Nicaragua vordringenden Landspitze gelegen ist. Auf der Karte vom Antillen-Meer, welche das Deposito hidrografico zu Madrid herausgegeben hat, heißt er Bombacho. De la Cerda's Zeichnung zufolge muß dieser Vulkan von bedeütendem Umfange sein.

15) V. de Masaya, nordwestlich von Granada, und ohne Zweifel derselbe, welcher auf den Seekarten nach dieser Stadt benannt ist. De la Cerda's Zeichnung setzt ihn zwischen die Lagunen von Masaya und Tiscapa, näher an das Dorf Nidiri als an Masaya, und giebt ihm einen verhältnißmäßig nur kleinen Umfang. Nichts desto weniger war er in den ersten Zeiten der Eroberung der thätigste aller Feüerberge von Guatimala. Die Spanier, sagt Juarros, nannten ihn die Hölle, el Infierno de Masaya. Sein Krater hatte nur zwanzig bis dreißig Schritt im Durchmesser, aber in dieser Öffnung sah man die geschmolzene Lava wie Wasser sieden und thurmhohe (!) Wellen schlagen; die Klarheit verbreitete sich weit umher, wie das schreckliche Getöse. In 25 Meilen Entfernung sah man das Feüer des Masaya. Hr. v. Humboldt, der diese Stelle citirt, fügt hinzu: Juarros nenne noch einen andern Vulkan, den von Nindiri oder Nidiri, der 1775 einen großen Ausbruch hatte, bei welchem ein Lavastrom in die Laguna de Leon oder Managua floß und viele Fische tödtete. Hr. v. Hoff fügt (nach einer in wissenschaftlichen Dingen sehr unlautern periodischen Schrift) hinzu: Dieser Ausbruch soll einen Ausfluß des Sees von Nicaragua in den See von Leon verstopft, und dadurch die ehemalige Verbindung zwischen diesen beiden Seen aufgehoben haben. Hierbei ist zu bemerken, daß der See von Leon oberhalb des Nicaragua liegt; die Karten von Maestre und de la Cerda zeigen nichts von einer Hemmung des Abflusses, im Gegentheil haben sie beide den Rio Tipitapa, der bei seinem Abfluß aus der Laguna de Managua einen Wasserfall bildet. Dieser Katarakt ist denn auch Ursache, daß keine schiffbare Verbindung zwischen beiden Seen besteht, die aber leicht durch einen Kanal hergestellt werden kann, da, wie Kapt. Phillipps bemerkt, der Thalboden wenig Neigung hat und an einigen Stellen ganz flach ist. Nach der Lage des Dorfes Nidiri zu urtheilen, war jene Erscheinung ein Seitenausbruch des Masaya, denn es ist in allen vulkanischen Ländern sehr gewöhnlich, eigentliche Vulkane und Seitenausbrüche zu verwechseln. Zur Zeit, als Juarros schrieb (1809), hatte sich der schreckliche Masaya ganz beruhigt.

16) V. de Momotombo, nach der Karte von de la Cerda zwischen dem Nordwestende des See's Leon, oder Managua, und der Stadt Leon belegen; daher nennt man ihn auch gewöhnlich Vulkan von Leon. Er muß ein gewaltiger Berg sein, noch größer als der Mombacho. Nach A. v. Humboldt sind beide noch thätig, und die Karte von de la Cerda bezeichnet sie mit einer großen Flamme.

17) V. de Asososca; diesen nennt, wie Hr. v. Humboldt anführt, der General Laravia in seiner Statistik von Nicaragua; er muß schon außerhalb des Bereichs der Karte von La Cerda liegen. In Hr. v. Buch's Liste kommt er nicht vor.

18) V. de Telica, sechs Leguas vom Momotombo, auf der Hauptstreichungslinie nach N.W. Zu Anfang des achtzehnten Jahrhunderts rauchte er beständig und warf unaufhörlich Steine aus. Auch gegenwärtig beweist er noch seine Thätigkeit. Hr. v. Buch sagt, er überrage alle benachbarten Berge.

19) Volcan del Viejo, über dem Hafen von Realejo. Galindo rechnet ihn zu den ausgezeichnetsten Vulkanen der ganzen Reihe. Es ist ein aus der niedrigen Küstenebene plötzlich aufsteigender Kegel, dessen Höhe Hr. v. Buch auf mindestens 1500' schätzt. Er raucht beständig.

20) Volcan Jolotepec, der auch unter dem Namen Gilopete vorkommt, an der südöstlichen Bucht des großen Golfs von Conchagua, oder Fonseca, oder Amapala.

21) Volcan de Cosiguina oder Conseguina, auf dem östlichen Promontorium des genannten Meerbusens, nach Malaspina in Lat. 13° 5' 20'' N., Long. 89° 49 1/3' W. Paris. Dieser Feüerberg ist mit dem vorigen identificirt worden; allein schon Malaspina unterschied ihn ganz bestimmt vom Jolotepec; dabei ist es jedoch bemerkenswerth, daß Galindo von dem furchtbaren Ausbruch, welcher im Januar 1835 Statt fand, sagt: It has never been known to break out before. Eine Beschreibung dieser Eruption habe ich in dem geographischen Almanach für das Jahr 1837, S. 202 bis 215 mitgetheilt.

22) V. Guanacaure, im Hintergrund des Golfs von Conchagua, außerhalb der Streichungslinie, in Lat. 13° 29' N.

Westlich von dem genannten Meerbusen erheben sich wie auf derselben Kluft, die nun in einer mehr gegen den Westen sich neigenden Streichungslinie folgt, die nachstehenden sechszehn Vulkane:

23) V. de San Miguel, mit dem Zunamen Bosotlan, wie Hr. v. Humboldt sagt. Nach Malaspina ist die Lage desselben in Lat. 13° 26' N., Long. 90° 29' 37'' W. Paris. Er ist, wie Hr. v. Buch bemerkt, ein sehr großer und sehr thätiger Vulkan; auch Galindo zählt ihn zu den größten, nicht minder den

24) V. de Sacate Coluca oder von St. Vincente, Lat. 13° 33 2/3' N., Long. 91° 0' W. Auf der Nordseite gegen St. Vincente befindet sich, am Fuße des Berges, eine Grotte, aus welcher sehr heißes, übel riechendes Wasser hervorbricht. Im Innern dieser Grotte hört man beständig ein Brausen, wie von kochendem Wasser. Die große Eruption des Cosiguina im Januar 1835 hat man anfangs irrigerweise auf den Sacate Coluca bezogen.

25) V. de San Salvador, Lat. 13° 50' N., Long. 91° 25' W., zwischen der Stadt S. Salvador und den Quellen des Rio Guameca. Er gehört mit zu den thätigern Vulkanen der Reihe, ja selbst der Bergzug, welcher ihn mit dem folgenden Vulkane verbindet, soll aus mehreren Krateren rauchen.

26) Volcan Isalco, auch von Sonsonate oder von Trinidat genannt, Lat. 13° 48' N., Long. 91° 55' W. Dieser Feüerberg, welcher niedriger ist als die

ihn umgebenden Berge, hat von jeher eine große Thätigkeit bewiesen. Eine Eruption im April 1798 war äußerst heftig und dauerte mehrere Tage. Andere Ausbrüche fanden von 1805 bis 1807 Statt. Thompson erzählt, daß eine Eruption im Jahre 1825 den Lauf des Rio Tequisquillo veränderte und die Mündung desselben zwei Leguas von Sonsonate warf. Der genannte Reisende bemerkt ferner, der Isalco sei äußerst gefährlich, wenn er nicht rauche, der Erdbeben wegen, die er alsdann in den Umgebungen verursacht; lieber sähe man ihn Flammen speien, weil sie, trotz ihres furchtbaren Anblickes, ein Merkmal der Sicherheit wären. Diesen Bemerkungen, welche aus Hrn. von Buch's Schrift entlehnt sind, fügt Galindo hinzu, daß der Isalco gegenwärtig (1836) im größten Zustande der Aufregung sei, ohne jedoch Schaden zu verursachen.

27) V. de la Paneca. L. von Buch bemerkt, daß weder Funnel, noch Juarros, noch selbst Thompson diesen Berg unter den Vulkanen aufzählen; ausdrücklich thut dies aber Espinosa, der Begleiter des Malaspina. Seine Lage wurde in Lat. 13° 49½′ N., Long. 92° 4′ W. bestimmt.

28) V. de Pacaya. Er liegt drei Meilen entfernt von dem Dorfe Amatitan, und zwar südlich desselben (nach Galindo's Karte vom Usumasinta), und verlängert sich in einen mächtigen Rücken mit drei weit sichtbaren Gipfeln. Lavaströme, welche die Einwohner hier wie in Mejico das wüste Land (mal pays) nennen, Bimssteine, Schlacken und Sand haben die umliegende Gegend verödet. Er hat immer heftig gewüthet. Galindo's Karte zufolge würde er etwa in Lat. 14° 15′ N., Long. 92° 48′ W., liegen. Ungefähr unter demselben Meridian giebt die Karte vom Deposito Hidrografico einen Volcan de los Esclavos an, der auf andern Karten aber ein bloßer Cerro ist; Espinosa hat ihn nicht in seiner Positionstafel.

Südlich über der alten Stadt Guatimala (G. vieja oder antiqua) erhebt sich eine Gruppe kolossaler Berge, von denen drei von jeher Vulkane genannt worden sind. Der westlichste derselben wurde auf der Malaspina'schen Expedition in Lat. 14° 33½′ N. und Long. 93° 24⅔′ W. niedergelegt. Der östlichste ist nicht ein Feüer-, sondern ein Wasserberg:

29) Volcan de Agua genannt, weil er, sagt Galindo, niemals Feüer aus seinem Krater gespieen, wol aber ungeheüere Ströme Wassers und — Steine ausgeworfen hat. Er führt seinen Namen besonders seit dem Wasserausbruch am 11. September 1541, bei dem Ciudad Vieja zerstört wurde, und er seinen Gipfel durch Einsturz verloren haben soll. L. von Buch will zwar jenes Ereigniß nicht als ein vulkanisches betrachtet wissen, weil Juarros die Bemerkung gemacht habe, daß weder gebrannte Steine noch andere Spuren feüriger Eruptionen auf dem Abhange zu finden seien; allein schon A. von Humboldt meint: Asche und Lava könnten durch die Vegetation bedeckt sein; vielleicht waren nicht blos unterirdische Höhlen Jahrhunderte lang mit einsinterndem Regenwasser gefüllt, sondern ein Krater-See auf dem Gipfel selbst vorhanden. Dieser hat die Gestalt eines abgestumpften Kegels, auf dessen Scheitelfläche man eine elliptische Vertiefung findet,

deren großer Durchmesser, von Norden nach Süden gerichtet, 400 Pariser Fuß Länge hat. Das ist, sagt Hr. von Humboldt, zweifelsohne ein Krater (caldera), und Juarros, ob er gleich alle Spuren der Feüerwirkung am Wasser-Vulkane laügnen will, beschreibt selbst diesen Krater eben so, wie ihn mir mehrere unterrichtete Ingeborne von Guatimala beschrieben haben. — Der Volcan de Agua ist nach Galindo der höchste in der ganzen Reihe, aber erreicht noch lange nicht die Schneegränze; er ist kein Nevado, obwol er oft mehrere Monate lang mit Reif, Eis und vielleicht selbst mit Schnee bedeckt bleibt. Galindo giebt die Höhe, wie es scheint nach zuverlässiger Messung, zu 12620 engl. Fuß oder 1973ᵗ an. Die Messungen, welche Basil Hall vom Meere aus angestellt hat, beziehen sich nicht auf die Guatimala-Vulkane; das beweisen die Positionen, in denen Hall, als ausgezeichneter Seemann bekannt, unmöglich um ½ Grad in der Breite von Malaspina abweichen konnte.

30) Volcan de Fuego von Guatimala. Hr. von Humboldt führt zwar in seinem Verzeichniß zwei Volcanes de Fuego auf, allein es scheint doch, daß der dritte Berg der Gruppe von Guatimala kein eigentlicher Feüerberg sei; wenigstens ist in den Nachrichten von den Ausbrüchen, welche sich so oft wiederholt haben, immer nur von einem Volcan die Rede. Hr. von Humboldt stützt seine Angabe auf die Karte von den Umgebungen Guatimala's, welche Don John Rossi y Rubi im Jahre 1800 stechen ließ. Diese Karte enthält:

31) V. de Acatenango, und

32) V. de Toliman, von denen Hr. von Humboldt nicht angeben kann, ob sie je Ausbrüche gehabt, oder ob sie im Lande blos ihrer Kegelform wegen Vulkane genannt werden, wie so manche Trachyt-Glockenberge in Südamerika.

33) V. de Atitlan, ein sehr großer Berg, der unaufhörlich dampft. Galindo, der ihn Atitan nennt, rechnet ihn, nebst dem folgenden, zu den bedeütendsten Vulkanen von Guatimala. Er liegt südlich von dem See Atitan, nur acht Leguas vom V. de Fuego.

34) V. de Tajamulco, oder von Quesaltenango, und vermuthlich identisch mit dem Sunil und dem Suchitepec oder Socatepec, ein Name, der von der Küstenlandschaft dieses Namens entlehnt ist.

35) V. de Sapotitlan, sechs Leguas von dem vorigen. Er brannte vor Ankunft der Spanier.

36) und 37) Zwei Volcanes de las Amilpas oder Hamilpas; zwei sich sehr auszeichnende Berge, welche 7 Leguas vom Sapotitlan entfernt sind. Sie rauchen nur selten, und Ausbrüche kennt man von ihnen nicht. Ich halte dafür, daß diese beiden Spitzen diejenigen seien, welche Basil Hall gemessen hat. Galindo's, schon sehr berichtigte, Karte vom Usumasinta trifft ziemlich gut überein mit der Ortsbestimmung von Hall. Hr. Poggendorff hat die Elemente von Hall's Höhenmessung in Rechnung genommen. Danach, und nach Hall's Originalangaben der geographischen Breite und Länge, ergiebt sich:

Östlicher Pik,	Lat. 15° 4′ 50″ N.,	Long. 94° 11′ 39″ O.,	Höhe	2041ᵗ.
Westlicher Pik,	„ 15° 9′ 54″ „	„ 94° 23′ 55″ „	„	2058ᵗ.

Ohne zu berücksichtigen, daß Galindo sagt, der Volcan de Agua sei der höchste der mittel-amerikanischen Berge, so ist wol zu beachten, daß die trigonometrische Höhenmessung, gegründet auf eine in See bestimmte Basis, kein sehr zuverlässiges Resultat gewähren kann. Hall's Angaben sind daher lediglich nur als annähernde Bestimmungen zu betrachten.

Nördlich von der Gruppe der Vulkane, welche am westlichen Ende des See's von Atitlan zusammengedrängt sind, scheint die Wärme strömende Kluft von Mittel-Amerika sich allmälig zu schließen. Hier ist endlich der

38) Volcan de Soconusco, in Lat. 15° 54½′ N., Long. 96° 7⅔′ W. Paris (nach Malaspina — Espinosa), welcher die Reihe vulkanischer Ausbrüche am westlichen Rande des Granit-Gneisgebirges von Oaxaca begränzt. Von diesem, in Gestalt eines Zuckerhuts emporstrebenden, nur zwei oder drei Leguas vom Meere entfernten Vulkane erscheint am Ufer des Südmeeres kein Feüerberg in 220 Seemeilen Entfernung bis zum Volcan de Colima; und besondere Beachtung verdient der Umstand, auf welchen Hr. von Buch merksam gemacht hat, daß der Rand des Antillen-Meeres, welcher durch den Fortlauf von Cuba und Yukatan bezeichnet ist, genau auf den Soconusco trifft.

14. Reihe von Mejiko.

In Beziehung auf diese Reihe lenkt Hr. von Buch die Aufmerksamkeit auf ihre merkwürdige, von Humboldt entdeckte Richtung, die beinahe völlig von Ost nach West quer über die kontinentale Landenge setzt; — sie ist, sagt er, so wenig der Richtung der bisher untersuchten Züge gemäß, welche nie eine Gebirgskette durchschneiden, daß man auch diese, ihrer großen Ausdehnung ungeachtet, nur als eine untergeordnete große Spaltung anzusehen geneigt wird, welche sich über die Seitenwände der größeren und allgemeinen Spaltung nicht ausdehnt, und daher wol nicht als über das schmale Festland von Mejico fortgesetzt gedacht werden darf. Es ist ein Querspalt, wie es auf Djava die beiden Vulkanreihen sind, welche schief durch die Insel hin, aber nicht darüber hinauslaufen. Hiernach werden die Revilla Gigedo Inseln, obwol sie genau im Parallel der Reihe liegen, nicht zu ihr gerechnet werden können; überhaupt ist uns die Beschaffenheit dieser Gruppe völlig unbekannt.

1) Volcan de Tuxtla, südöstlich von Vera-Cruz, in Lat. 18° 30′ N., Long. 97° 10′ W. Dieser kleine Vulkan ist vier Leguas von der Küste des Mejikanischen Meerbusens entfernt, und lehnt sich an die Sierra de San Martin; seinen Namen hat er von dem indischen Dorfe Santiago de Tuxtla. Er liegt etwas außerhalb der Richtung der übrigen mejikanischen Vulkane. Ein großer Ausbruch am 2. März 1793 hat ihn vorzüglich wieder in Erinnerung gebracht. Die vulkanische Asche fiel in Oaxaca, in Vera-Cruz und in Perote. An dem

zuletzt genannten Orte, welcher von dem Vulkane Tuxtla 57 Leguas in gerader Linie entfernt ist *), hörte man das unterirdische Getöse wie Kanonendonner.

2) Volcan de Orizaba oder Citlaltepetl (d. h. Sternberg), Lat. 19° 2¼' N., Long. 99° 35¼' W., nächst dem Popocatepetl der höchste Berg in Mejiko, 2717' über dem Meere. Der Gipfel dieses abgestumpften Kegels in gegen S.O. gerichtet; und der runde Ausschnitt, welchen er darbietet, verursacht, daß man den Krater sehr weit, selbst von der Stadt Xalopa, acht d. Meilen, erkennen kann. Die heftigsten Ausbrüche fanden von 1545 bis 1560 Statt. Auf derselben Kette, weiter gegen Norden, liegt der Cofre de Perote, oder Nauhcampat-petl, Lat. 19° 29' N., 2098' über dem Meere, eine Landmarke für die Seefahrer, wenn sie sich dem Hafen von Vera-Cruz nähern. Eine ansehnliche Schicht von Bimssteinen umgiebt diesen Trachytberg. Zwar deütet nichts auf einen Krater, aber die Lavaströme, welche man zwischen den kleinen Dörfern las Vigas und Hoya bemerkt, scheinen die Wirkungen eines sehr alten Seitenausbruchs zu sein.

3) Der Popocatepetl (d. h. rauchender Berg), oder Volcan Grande de Mejiko oder von Puebla, Lat. 18° 59' 47" N., Long. 100° 53' 15" W., der höchste von allen bekannten Bergen in Mejiko, 2771' über dem Meere, nach A. von Humboldt. Dieser Vulkan brennt beständig, aber seit mehreren Jahrhunderten stößt sein Krater nur Rauch und Asche aus. Der Istaccihuatl, d. h. Weiße Frau, gehört zu derselben Bergkette; er liegt in Lat. 19° 10' N., ist 2456' hoch, und wird von Hrn. von Humboldt für einen erloschenen Vulkan gehalten, obwol keine Überlieferung von Eruptionen vorhanden ist. Eben so verhält es sich mit dem Nevado von Toluca, auf der Südwestseite der Stadt Mejiko, Lat. 19° 11½' N., Long. 101° 45⅔' W., der eine Höhe von 2372' erreicht. Er hat einen Krater im Trachyt, aus dem der Gipfel besteht; im Grunde des Kraters befinden sich zwei Seen, deren Wasser Schwefel an den Rändern absetzt.

4) Volcan de Jorullo, Long. 103° 21¾' W. Sein Erscheinen auf einer Ebene, sagt Hr. von Buch, genau zwischen dem Vulkan von la Puebla und dem von Colima, setzt die im Innern fortgehende Spalte fast außer allem Zweifel. Seine absolute Höhe beträgt 667', und erhob sich in einem Tage 1480 Fuß über die Fläche.

5) Volcan de Colima, der westlichste der mejikanischen Reihe, nach Beechey's Beobachtungen in Lat. 19° 25' N., Long. 105° 54' W., und 1877' hoch über dem Meere. Er wirft sehr oft Rauch und Asche aus.

Die Mitte der Halbinsel Californien wird von einer Bergkette durchzogen, deren höchster Gipfel, der Cerro de la Giganta, 700' bis 750' hoch ist, und, wie Hr. von Humboldt hinzufügt, vulkanischen Ursprungs zu

*) Diese Entfernung ist größer als die von Neapel bis Rom, und doch reicht das Getöse des Vesuvs nicht über Gaëta hinaus. Die Detonationen des furchtbaren Ausbruchs vom Cosiguina im Januar 1835 vernahm man in Santa Fe de Bogota, 390 d. Meilen weit, d. i. so weit, als von Cadiz bis Königsberg in Pr., und zwar klang der Donner, als wäre er in der unmittelbaren Nähe entstanden.

sein scheint; auch hat der berühmte Reisende auf seiner großen Karte von Mejiko in Lat. 28° N. einen Volcan de las Virgenes mit dem Bemerken gesetzt, daß man denselben im Jahre 1746 gesehen habe.

Vulkan St. Helens, auf dem Gebirge der Nordwestküste von Amerika; Gardner erfuhr im Fort Vancouver, Lat. 45° 37′ 46″ N., Long. 119° 53′ 11″ W., daß der St. Helens-Berg, welcher nördlich vom Columbia-Strome liegt und gewöhnlich mit Schnee bedeckt ist, neüerlich eine Eruption gehabt habe, nachdem ein Erdbeben vorhergegangen war. Ein dicker Nebel verhüllte den Berg, und als derselbe nach zwei oder drei Tagen sich verzogen hatte, war aller Schnee verschwunden, und man sah, daß der Abhang des Berges von verschiedenen Linien durchfurcht war, die durch Fernröhre für Lavaströme erkannt wurden. Auch soll es in der Nähe des Berges Hood, welcher zu derselben Kette gehört, aber südlich vom Columbia-Strom, in Lat. 45° N., liegt, einen zweiten brennenden Berg geben *). Diese beiden Berge scheinen auf der südlichen Verlängerung der bis auf die Nordwestküste von Amerika verfolgten Reihe der Aleutischen Vulkane zu liegen.

Auch an Arabiens Küste, sagt Hr. von Buch, würde sich vielleicht noch eine Vulkanreihe verfolgen lassen. Bruce hat zuerst darauf merksam gemacht, daß die Berginsel Djebel Tarr (Teir, Teer) ein Vulkan sei. Ehrenberg hat dieses bestätigt, und neüerlich ist es auch von Elvon, Pinching und Moresby geschehen, welche die vollständige Vermessungs-Expedition im Rothen Meere ausgeführt haben. Alle stimmen darin überein, daß Djebel Tarr beständig raucht und häufig Feüer auswirft. Nach den genannten britischen Marine-Offizieren liegt dieser Vulkan in Lat. 15° 32′ 50″ N., Long. 39° 35′ O., und seine Höhe beträgt 140′. Zwei

*) Gardner hat die Höhe des Berges Hood, durch trigonometrische Messung, 1203′ gefunden; 600 bis 800 Fuß von der Spitze abwärts soll er beständig mit Schnee bedeckt sein, was, nach Hrn. v. Buch's Bemerkung, die Gränze des ewigen Schnee's, in Lat. 45° N., auf 1090′ bringen würde. Dies ist beinahe 300′ tiefer, als in den eüropäischen Alpen unter gleichem Parallel. Die Westküste von Amerika hat aber auch, in Lat. 45° N., nur eine mittlere Jahreswärme von 10° (s. I. Band, S. 171), wogegen die mittlere Temperatur der Ebenen am Fuß der Alpen 13°,2 beträgt (s. ebendas. S. 210). Chamisso glaubt, daß auf der Aleutischen Insel Unimak, Lat. 54¾° N., die Schneegränze etwa 400′ über dem Niveau des Meeres stehe; dies würde mit dem höchsten Norden der skandinavischen Halbinsel, in Lat. 70° bis 71° N., korrespondiren. Auf Unalaschka, in Lat. 53° 52′, würde die Schneegränze, nach Litke, 556′ hoch sein.

Ansichten desselben habe ich auf meiner Karte von Arabien (im Atlas von Asia) bekannt gemacht. Die Insel führt auch den Namen Djebel Douhan, d. h. Berg des Rauchs, und ist mit Schwefel und Bimssteinen ganz bedeckt. Auch die Kette der hohen Sabugar- oder Zebayr-Inseln ist vulkanisch. Sie bildet offenbar eine fortlaufende Reihe mit Djebel Tarr. Der Pik der größten der Zebayr-Inseln liegt, nach der neüen Vermessung, in Lat. 15° 3′ N., Long. 39° 57¼′ O. Und nicht unwahrscheinlich dürfte es sein, daß die weiter gegen Süden liegenden Inseln Sogair und Hareisch oder Arrisch (Arron) ebenfalls zu der Reihe gehören; sie sind sämmtlich hoch.

Endlich, so schließt Hr. von Buch seine Darstellung, mögen zu einer Reihe auch die Vulkane gehören, welche Bellingshausen auf seiner Erd-Umschiffung entdeckt hat, auf Saunders-Kap des Sandwich-Landes, und auf den Inseln des Marquis de Traverse, Lat. 56° S., Long. 30° 10′ W., zwischen Neü-Georgien und dem Sandwich-Lande.

Neün und vierzigstes Kapitel.

Von den Ursachen der vulkanischen Erscheinungen. Erhebung der skandinavischen Halbinsel. Von der Senkung, welche an der Westküste von Grönland wahrgenommen worden ist. Nachträgliche Bemerkung über einen Bergsturz an der Dent de Midi, in den Alpen, am 25. August 1835.

Wenden wir, zum Schluß der im vorigen Kapitel gegebenen Übersicht der geographischen Verbreitung der Vulkane, unsere Aufmerksamkeit den Ursachen des Phänomens zu, so haben wir der Hypothese zu gedenken, es rührten die Vulkane und die Erdbeben von entbrannten Kohlenflötzen, oder, wie die vulkanischen Erscheinungen Italiens, von der Entzündung der Schwefellager her, welche so haüfig im Kalkstein der Apenninen verbreitet gefunden werden. Diese Ansichten sind aber zu kleinlich, um länger bei ihnen verweilen zu dürfen.

In der neüesten Zeit hat man es versucht, eine Hypothese über die Ursachen der vulkanischen Wirksamkeit aufzustellen, welche einen hohen Grad von innerer Wahrscheinlichkeit hat und frei ist von dem Vorwurfe der Kleinlichkeit und beschränkten Anwendbarkeit, durch welche die vorhergenannten der Wissenschaft nichts weniger als förderlich geworden sind. Die hier in Rede seiende Hypothese ist zuerst von Humphrey Davy vorgetragen worden. Die Entdeckung der Metallität der Grundstoffe, aus welchen die Erden und Alkalien zusammengesetzt sind, und die Bemerkung, daß die Stoffe beim Zutritt oxygenirter Substanzen mit großer Heftigkeit unter lebhafter Licht- und Wärme-Entwickelung in ihre Oxyde verwandelt werden, erzeügte zuerst den Gedanken, daß diese Substanzen wol das wahre Brennmaterial der Vulkane sein möchten, und daß die Lava, dem größten Theile nach, das Produkt dieser unterirdischen Oxydations-Vorgänge seien; und nicht zu leügnen ist es, daß alle Erscheinungen, welche an den Vulkanen bemerkt werden, mit dieser Annahme sehr gut übereinstimmen.

Die unterirdischen Detonationen, welche den Eruptionen vorhergehen und die Erzitterungen des Bodens veranlassen; die Bildung neüer Minerale, in denen, namentlich in den Zeolithen und in den sublimirten Salzen, die Alkalien selbst eine so bedeütende Rolle spielen; die heftigen Licht- und Wärme-Entwickelungen, welche dabei aus dem Centrum der Vulkane hervortreten, und das Freiwerden großer Gasmengen, deren

Druck theils das Heraufschleüdern großer Steinmassen, theils das Steigen der Lava bewirken muß, können als eben so viel Beweise dafür angesehen werden. Sollte die ungeheüre Gasmasse, welche, nachdem die Lava ausgeworfen ist, in der Feüersaüle brennend, mit solcher Heftigkeit hervorgetrieben wird, wie sehr wahrscheinlich, großentheils Wasserstoffgas sein, so könnte dadurch noch bewiesen werden, daß die Veranlassung zur Oxydation dieser, im Innern angehaüften, brennbaren Stoffe das Eindringen des Wassers sei, welches in Spalten der oxydirten Kruste sich bis in diese Tiefen den Weg zu bahnen weiß. Es würde dadurch sehr wahrscheinlich werden, daß, wie schon viele geahnet haben, das Meer in direkter Beziehung mit den Werkstätten der Vulkane stehen müsse, und daß eben daher wol unleügbar alle Vulkane von größerer Wirksamkeit in der Nähe des Meeres, oder doch wenigstens in der Nähe sehr großer Wasser-Ansammlungen gefunden werden, wenn gleich sich einzelne Ausnahmen davon zeigen, die indeß bei dem so unglaublich verbreiteten Zusammenhange der vulkanischen Werkstätten kein Gegen-Argument von großer Wichtigkeit zu bieten vermögen.

Auch von einem allgemeinen Standpunkte betrachtet, scheint diese Hypothese mit den Vorstellungen, welche wir von der Entwickelung der zusammengesetzten Körper auf der Erde aus der Ansicht von dem Fortschreiten der Bildungen in der Natur erlangt haben, sehr gut übereinzustimmen. Daß der Erdkern nicht aus den Substanzen seiner mineralischen Kruste gebildet worden, scheinen die über seine größere specifische Schwere bekannten Thatsachen anzudeüten, und schon früher, bevor die Zusammensetzung der Erden und Alkalien bekannt war, haben einige Naturforscher, besonders Steffens, zu erweisen sich bemüht, daß der Kern der Erde metallischer Natur sein müsse. Sind nun gar diese metallischen Basen des Innern die Grundstoffe, aus welchen die Mineralien gebildet werden, so wird dadurch ein hoher Grad von Einklang in die Ansichten von der Bildung unseres Planeten gebracht. Denn da die vulkanische Thätigkeit eine ganz allgemeine, über alle Theile der Erde verbreitete ist, so können wir mit Grund annehmen, daß die Anhaüfung dieser Grundstoffe eben so gleichförmig in allgemeiner Verbreitung die Grundlage der mineralischen Ränder bilden, welche die Scheidewand zwischen ihnen und dem sauerstoffhaltigen Luft- und Wasser-Meere bildet.

Die geistvollsten der gegenwärtig thätigen Naturforscher haben sich daher unbedingt dieser Ansicht geneigt erklärt, und Alles, was von ihnen über die Wirkungen der Vulkane beobachtet worden ist, hat nur dazu dienen können, ihr einen immer höhern Grad von Wahrscheinlichkeit zu geben. A. von Humboldt hatte schon in der Beschreibung seiner Reisen in den Äquinoctial-Ländern der Neüen Welt darauf hingedeütet, und eine Ausführung dieser Vorstellung in seiner akademischen Abhandlung: „Über den Bau und die Wirkungen der Vulkane,“ versucht; er hat hauptsächlich darauf merksam gemacht: daß es scheine, als dauere die Zersetzung der einfachen Substanzen im Innern der Erde ununterbrochen, wenn gleich nur an einzelnen Punkten mit periodisch gesteigerter Energie, fort. Er nimmt dabei die Erfahrung zu Hülfe, daß überall im Innern der Erde eine Zunahme der Temperatur bemerkt worden ist, welche regelmäßig fortschreitend in verhältnißmäßig nicht bedeütender Tiefe bis zur Schmelzhitze der Mineralien gesteigert werden muß, eine Thatsache, auf welche wir im 23sten Kapitel unserer Grundzüge der physikalischen Erdbeschreibung (II. Band, S. 102 ff.) die Aufmerksamkeit gelenkt haben.

Die Davy'sche Hypothese auf die Entstehung der heißen Mineralwasser anzuwenden, ist von L. v. Buch versucht worden, indem er glaubt, daß sie durch allmälige Orydation einer großen Menge unorydirt heraufgerissener Partikelchen gebildet werden, welche in der erhärteten Lava-Masse zerstreüt liegen. Ähnlich sind die Ansichten von Berzelius; und auch Gay-Lussac hat sich, vom chemischen Standpunkte aus, dieser Ansicht angenommen, und zu erweisen sich bemüht, in welcher Verbindung die Urstoffe im Innern der Erde, nach den uns bekannten Gesetzen der Verwandtschaften, vorkommen können. Der Chemie ist hierbei ein weites Feld der Vermuthungen geöffnet, und sowol die Ursachen der Orydationen, als auch das Vorkommen mancher Substanzen in den Vulkanen, so namentlich das des Schwefels, läßt sich noch nicht genügend erklären; — Gründe, welche uns noch einmal daran erinnern müssen, daß diese Ansicht nur die wahrscheinlichste unter den Hypothesen, keineswegs aber eine in allen Theilen erwiesene Erklärung sei.

In welche Tiefe wir den Heerd der vulkanischen Wirkungen setzen müssen, kann wol nur annäherungsweise aus den Erfahrungen über die Kraft der Vulkane hergeleitet werden. Die aus dem Innern hervorgetriebenen Laven können, wie wir gesehen haben, da sie langsam in den Kanälen, welche mit ihrer Geburtsstätte kommunizieren, emporsteigen und gleichförmig in stundenlanger Ergießung über den Rand der Kratere fließen, und durch die Gewalt komprimirter, elastischer Massen, Gasarten und Dämpfe, erhoben und ausgestoßen werden. Sie müssen den ganzen Kanal, wie das Wasser die Steigröhren einer Pumpe, anfüllen, und es muß im Innern der Erde ein förmlicher Druckwerks-Apparat zur Erklärung ihres Aufsteigens angenommen werden, eine Höhle, in welcher sich die elastischen Flüssigkeiten befinden, und deren Decke und Wände stark genug sind, dem Gegendruck derselben widerstehen zu können, ohne zu bersten. Wie stark aber muß nicht der Druck von Dämpfen sein, welche im Stande sind, einer schweren Lavasaüle von oft vielen tausend Fuß Höhe das Gleichgewicht zu halten? Parrot, der Vater, welcher diesen Gegenstand durch einige Rechnungs-Überschläge erlaütert hat, giebt davon eine anschauliche Vorstellung. Er berücksichtigt, daß es Berge von 1800, bis 2000′ Höhe gebe, aus deren Gipfeln noch Lava geflossen ist; hier muß also die aufsteigende Lavasaüle mindestens 2000′ zusammenhangend lang gewesen sein, und wenn gesperrte Dämpfe sie schwebend erhalten konnten, ohne entweichen zu können, mußten sie, wenigstens ebenfalls 2000′ hoch, eine fest zusammenhangende Steindecke tragen, d. h. der vulkanische Heerd mußte mindestens 2000, unter der Meeresfläche liegen; dadurch aber wird die zu tragende Lavasaüle noch um eben so viel verlängert, ihr Druck um's Doppelte größer, und die Annahme einer noch dickern Decke nothwendig; wir können daher vielleicht 6000′ Tiefe für die vulkanische Werkstätte annehmen und werden dabei leicht noch zu wenig geschätzt haben.

Übrigens hat Parrot gezeigt, daß die Ausdehnung und die daraus folgende Elasticität der Wasserdämpfe der von ihr angenommenen Temperatur der Laven wenigstens um das Fünffache die Kraft übertrifft, welche wir zur Erhebung einer Lavasaüle von der angegebenen Höhe nöthig haben; eine Kraft, welche, wenn sie konzentrirt werden könnte, auf der ganzen Erde keinen Widerstand finden würde und im Stande wäre, Felsenmassen außerhalb der uns bekannten Gränzen des Sonnensystems zu schleüdern!

Wie groß überdieß die Ausdehnung der Höhlen, welche den vulkanischen Apparat umschließen, vorausgesetzt werden müsse, läßt sich aus der Berücksichtigung der von den Vulkanen hervorgebrachten, ungeheüern Masse von Lava leicht ableiten. Je verbreiteter wir die vulkanischen Wirkungen erblicken, desto verbreiteter und manchfacher müssen auch diese Höhlen gedacht werden, und wol mögen die schon von Dolomieu und Deluc gehegten Ansichten gegründet sein, daß diese Höhlen sich überall unter der Erde forterstrecken, und daß die in ihnen enthaltenen, elastischen oder tropfbaren Flüssigkeiten es seien, in welchen die Schwingungen des Bodens bei Erdbeben mit so beispielloser Schnelligkeit sich fortpflanzen. Parrot hat gezeigt, daß ganz besonders eine Flüssigkeit von der Beschaffenheit des Wassers dazu geeignet sei, solche Erscheinungen hervorzubringen, denn die festen Massen der mineralischen Erdkruste besitzen den Grad von Kompressionsfähigkeit nicht, welcher sie in den Stand setzen könnte, starke Erschütterungen in so weiten Entfernungen fühlbar zu machen.

Es ist im vier und vierzigsten Kapitel von der Wirksamkeit der vulkanischen Kraft in Bezug auf Senkungen und Hebungen des Bodens die Rede gewesen. Die Hebung eines sehr bedeütenden Landstrichs wurde insbesondere durch die Erfahrungen nachgewiesen, welche man über dieses Phänomen an der Küste von Chili zwei Mal gemacht hat, das erste Mal in Folge des Erdbebens von 1822, das zweite Mal nach dem großen Erdbeben von 1835. Gegenwärtig müssen wir eines Phänomens gedenken, das, dem Raume nach, auf welchem es wahrgenommen wird, zu den großartigsten gehört, über welche die Annalen der Geologie berichten; wir meinen den Unterschied, der zwischen dem Niveau des Meeres und dem Niveau der Küsten in Skandinavien beobachtet worden ist. Man hat lange geglaubt, diese Erscheinung einem Sinken des Wasserspiegels im Baltischen Meere zuschreiben zu müssen, weil man insbesondere an den gegen dieses Meer gerichteten Küsten von Schweden auf jenen Unterschied merksam war; allein, weil es physischen Gesetzen zuwiderlaüft, daß der Spiegel in einem Meere fallen soll, und in einem andern mit diesem in Verbindung stehenden nicht, so konnte diese Erklärung, welche die größten Naturforscher ihrer Zeit zu Anhängern hatte, nicht bestehen, und L. von Buch sprach daher die Überzeügung aus: „daß ganz Schweden sich langsam in die Höhe erhebe, von Frederikshall bis gegen Abo, und vielleicht bis gegen St. Petersburg hin.“ Diese Ansicht, welche in der, von demselben geistreichen Geologen später entwickelten Erhebungstheorie eine große Stütze erhält, ist unter mehreren andern Naturforschern vorzüglich von dem talentvollen Chr. Fr. Lessing, auf seiner Reise nach den Loffoden und durch Schweden (1830), durch eine große Menge von Thatsachen beglaubigt worden. Bei dem großen Interesse, welches das in Rede seiende Phänomen erregt, können wir nicht umhin, Lessing's Darstellung ausführlich und mit seinen Worten hier aufzunehmen: —

Eine Vergleichung der Ost- und Westküste Skandinaviens in Rücksicht auf die allmälige Erhebung des Landes ist noch nicht angestellt worden. An der nördlichen Westküste, auf Svennigöen, hält Lessing bedeütende, stehen gebliebene, salzige, von den vielen verwesenden Tangen und andern Seeprodukten übelriechende Überbleibsel des Meeres, die aber jetzt schon höher als dieses liegen, für einen offenbaren Beweis des sich hebenden Landes, nicht aber zurücktretenden Meeres. Der Kunnen, ein völlig isolirt stehender Berg von kaum 200' Höhe, hat steile, pralle Abhänge

und ist auf drei Seiten vom Meere umflossen, während er blos im Osten mit dem Lande durch eine schmale, nur sehr wenig über den Meeresspiegel sich erhebende Landzunge zusammenhangt, die mit ihm einen rechten Winkel bildend, in ein enges, von zwei Bergen eingeschlossenes Thal sich endet, von denen der südlichere, viel niedrigere, der Fuß des nördlicheren, viel höheren gewesen zu sein scheint, da die Wände des scheidenden Thales außerordentlich steil, und die gleichgeneigten Südabhänge als Fortsetzungen von einander sich zeigen. Der Kunnen gehört also zu den Scheeren, deren Fuß durch die Erhebung des ganzen Landes trocken geworden ist. Ja es besteht noch die Sage, daß vor mehreren Menschenaltern Schiffe durch den Kanal gefahren seien, welcher den Kunnen vom festen Lande trennte. Außer diesen zwei Thatsachen sind an der nördlichen Westküste für den Beweis der Erhebung des Landes nur noch wenige bekannt geworden; und bestimmte Beobachtungen über den Grad der Schnelligkeit der Erscheinung, wie wir von der Ostküste besitzen, fehlen gänzlich; auch dürften solche wegen der bedeütenden Ebbe und Fluth mit großen Schwierigkeiten verknüpft sein.

So berichtet Everest, daß bei Hammerfest, Lat. 70° 40′ N., 40 Fuß über dem hohen Stand der See eine Schicht abgerundeter Steine vorkomme, welche die Größe einer Faust haben. L. von Buch erwähnt, daß in Tromsöe, Lat. 69° 33′ N., die Keller in Muschelsand ausgehölt seien und nicht einmal die Dicke der Schicht erreichen. Dasselbe berichtet er von Gebostad in Senjen, Lat. 69° 10′ N., und daß auf Luröen, Lat. 66° 25′ N., Muschelsand in der Höhe von 20 bis 30 Fuß über dem Meere vorkomme. Endlich ungefähr 200 bis 300 Fuß über dem Eidfiord ist, nach Everest, ein Lager von Sand- und abgerundeten Kieselsteinen. Doch glaubt L. von Buch, das Vorkommen dieser Schichten von Muschelsand nicht der Landeserhebung zuschreiben zu müssen, und Everest leügnet sogar völlig die ganze Erscheinung an der Westküste. Aber die Gründe des letztern sind nichts weniger als triftig. Er meint, wenn eine solche allmälige Erhebung des Landes wirklich Statt fände, so müsse man verschiedene Grade anfangender Vegetation bemerken, über den nackten, noch von der Fluth bespülten Steinen müßten solche sein, welche mit Moos bedeckt wären, und dann über diesen erst eine Vegetation von vollkommeneren Pflanzen folgen. Aber dies Alles sei ja gar nicht der Fall. Lessing hat aber unmittelbar über dem Meeresspiegel an den Felsen überall Moose gefunden, und haüfiger noch als auf der Ostküste. Auf dem flachen, sandigen Ufer wachsen freilich nicht viele Moose, welche sich Everest's Augen nicht entzogen hätten. Ferner sagt derselbe Schriftsteller, daß die höchste Spitze von Munkholm, jener im Hafen von Trondhjem gelegenen kleinen Insel, 23 Fuß über dem mittlern hohen Wasserstande sei. Da nun aber das Land in Schweden in einem Jahrhundert 40 Zoll steigen soll, so müsse die ganze Insel im Jahre 1028 noch unter Wasser gewesen sein. Aber in diesem Jahre habe Kanut der Große daselbst ein Kloster gestiftet, und schon seit 995 war die Insel ein Richtplatz. Abgesehen davon, daß man sich jedes Zweifels über die Wahrheiten der angeführten Thatsachen enthalten wolle, obgleich Everest die Spitze der Insel nicht selbst gemessen, sondern nur gehört hat, daß sie 23 Fuß über dem Meere gelegen sei; abgesehen davon, daß es sehr wahrscheinlich ist, daß, als man ein Kloster daselbst errichtete, um den Felsen zu ebnen, einen Theil abgetragen hat u. s. w., so ist es ja keinesweges eine nothwendige Folge, daß die Ost- und Westküste, in allen Rücksichten so verschieden, in jeder

Breite ganz in demselben Maaßstabe sich erhoben habe. Denn daß sie sich erhebt, glaube ich, fügt Lessing hinzu, dürfte aus den oben angeführten Gründen keinem Zweifel mehr unterworfen sein. Noch jetzt im Meere lebende Muscheln sind in Saltdalen über dem jetzigen Niveau des Meeres und mehrere hundert Schritte davon gefunden worden, und auf den Inseln unterhalb Kunnen kommen Überbleibsel des Meeres, ebenfalls höher als der jetzige Meeresspiegel, vor, wovon sich nicht allein die Augen überzeügen können, sondern die darin verwesenden Tange sogar der Nase es empfindbar machen.

Maillet gebührt die Ehre, der Urheber des Satzes von der Wasserverminderung, noch vor dem Jahre 1740, gewesen zu sein. Nach ihm vertheidigte vorzüglich Buffon diese Meinung. Unter den Schweden ist Celsius im Jahre 1743 der erste gewesen, welcher durch die Aufstellung dieser Meinung auch im Auslande bekannt geworden ist. Doch den größten Ruhm erhielt diese Behauptung dadurch, daß Linné ihr beipflichtete und auf seinen Reisen durch Schonen, Gotland und Öland zahllose Beweise dafür aufstellte. Browallius war dagegen. Bruncona hat (1823) alle einzelnen und bestimmten Beobachtungen zusammengetragen, doch ist seine Tabelle, bemerkt Lessing, wenn sie zuvor durch die darauf folgenden Anmerkungen nicht berichtigt wird, völlig unzuverlässig. Auch Hällström hat über denselben Gegenstand geschrieben. Hier folgt nun eine vergleichende Zusammenstellung aller bis jetzt (1830) angestellten Beobachtungen, welche einiges Licht über den Grad der Schnelligkeit dieser, jetzt außer allen Zweifel gesetzten Erscheinung verbreiten können. Der größte Theil der Beobachtungen ist auf die Art angestellt, daß in den Felsen des Ufers ein Zeichen eingehauen und der jedesmalige Wasserstand unter diesem beobachtet worden.

Lessing's Tabelle über die Hebung von Skandinavien.

Latitudo N.	Ort der Beobachtung.	Frühere Beobachtung.	Spätere Beobachtung.	Wasserstand der spätern Beobacht. unter dem der frühern in schwed. Fuß.	Anzahl der verflossenen Jahre.	Die Erhebung des Landes berechnet für 100 Jahre in par. Fuß.
	I. Auf der Ostküste.					
65° 40′	Raholm im Nederkalix Socken	1700	1750	2,05	50	3,78
	Ebendaselbst	1700	1775	2,49	75	3,03
65 30	Stor Rebben im Piteå Socken	1751	1785	1,70	34	4,57
	Ebendaselbst	1751	1796	1,90	45	3,85
63 59	Ratan im Bygdeå Socken (1)	1749	1785	2,70	36	6,65
	Ebendaselbst . . . . . (2)	1749	1795	2,50	46	4,96
63 59	Ebendaselbst . . . . . (3)	1749	1819	2,60	70	3,37
	Ebendaselbst . . . . . (4)	1774	1785	0,55	11	4,57
	Ebendaselbst . . . . . (5)	1774	1785	1,16	21	5,04
	Ebendaselbst . . . . . (6)	1774	1819	1,60	45	3,23
	Ebendaselbst . . . . . (7)	1795	1819	0,65	24	2,37
63 59	Ledskär in Westerbottn . . .	1745	1820	2,50	75	3,03

Schluss.

Latitudo N.	Ort der Beobachtung.	Frühere Beobachtung.	Spätere Beobachtung.	Wasserstand der spätern Beobacht. unter dem der frühern in schwed. Fuß.	Anzahl der verflossenen Jahre.	Die Erhebung des Landes berechnet für 100 Jahre in par. Fuß.
63° 59′	Ein wenig südlich davon . .	1795	1820	0,50	25	1,83
63	Rönnskar in Vasaskärgard .	1755	1797	1,70	42	3,70
	Ebendaselbst	1755	1821	2,87	66	3,97
63	Vargön, ebendaselbst . . (1)	1755	1785	1,45	30	4,51
	Ebendaselbst . . . . . (2)	1755	1797	1,69	42	3,67
	Ebendaselbst . . . . . (3)	1755	1821	2,87	66	3,97
63	Ulfön in Angermannland . .	1795	1822	1,58	27	5,55
61 45	Löfgrundet in Westerbottn .	1731	1785	2,90	54	4,80
	Ebendaselbst	1731	1796	2,17	65	4,09
61 43	Balsö in Gefleborgs Län . .	1770	1820	2,50	50	4,51
61 37	Hornslandet, ebendaselbst . .	1770	1820	2,85	50	4,98
61 32	Agö, ebendaselbst	1770	1820	2,42	50	4,42
61	Skälsten, 3 Meil. N. v. Gefle	1563	1731	8,00	168	4,34
61	Ein anderer	1681	1731	1,70	50	3,11
60 11	Svartklubben, in Stockholms Län	1780	1820	2,33	40	5,24
59 46	Gisslinge, ebendaselbst . . .	1809	1820	1,00	11	8,28
59 46	Söderarm, ebendaselbst . . .	1770	1820	2,00	50	3,65
59 17	Sandhamn, ebendaselbst . . .	1770	1820	2,17	50	3,87
58 45	Säfvesund bei Nyköbing . .	1780	1820	1,17	40	2,67
58 44	Landsort in Stockholms Län	1770	1820	2,00	50	3,65
58 43	Der große rothe Stein in Kråkskärh	1770	1820	1,80	50	3,23
58 42	Hartsö in Nyköpnigs Län . .	1780	1820	1,08	40	2,47
58 35	Häfringe, ebendaselbst	1780	1820	2,00	40	4,57
58 28	Arkö in Östergöthland	1780	1820	0,67	40	1,52
58 11	Kettilö, ebendaselbst	1790	1820	0,85	30	2,55
58 8	Häradskär	1790	1820	1,00	30	3,04
57 50	Stedsholm in Kalmar Län .	1790	1820	1,00	30	3,04
56 41	Skallö, ebendaselbst	1759	1820	0,41	61	0,75
56 11	Karlshamn in Blekingen . .	1780	1820	0	40	0
56 10	Karlskrona, ebendaselbst . .	1780	1820	0	40	0
55 55	Ahus in Christianstad Län . .	1780	1820	0	40	0
	II. Auf der Westküste.					
57 43	Koön in Bohus Län	1770	1820	1,0	50	1,82
57 50	Gullholm, ebendaselbst	1683	1743	3,0	60	4,06
57 21	Hållsund in Halland	1780	1820	0	40	0
56 57	Glumsten, ebendaselbst . . .	1816	1820	0	4	0
55 52	Landskrona in Malmöhus Län	1780	1820	0	40	0
55 23	Falsterbo, ebendaselbst	1780	1820	0	40	0

Aus dieser Reihe von Beobachtungen ergeben sich folgende allgemeine Schlüsse für diese wichtige Erscheinung, wenn man die zufälligen und einzelnen Unregelmäßigkeiten und die, wegen der Art der Beobachtung unvermeidlichen, Irrthümer außer Acht läßt.

1. Der Grad der Schnelligkeit der Erhebung ist sehr unbedeütend. Die größte Schnelligkeit für ein ganzes Jahrhundert, die vielleicht nicht ganz zuverlässige Beobachtung auf dem Gisslinger, in Lat. 59° 46′, abgerechnet, ist die am Ratanskär, in Lat. 63½°, beobachtete von $6,_{85}$ pariser Fuß. Dann folgt die auf Ulfön in Angermannland, von $5,_{35}$ par. Fuß, und die zu $5,_{24}$ Fuß am Svartklubben in Stockholms Län.

2. Die Erscheinung nimmt ab, je mehr man nach dem Süden kommt. Südlich von Lat. 56° 11′ auf der Ostküste und von Lat. 57° 21′ auf der Westküste ist sie unbemerkbar und allen Beobachtungen entgangen.

3. Der Grad der Landeserhebung scheint, den wenigen vorhandenen Beobachtungen zufolge, auf beiden Küsten des südlichen Skandinaviens derselbe.

4. Die Schnelligkeit hat in den neüern Zeiten abgenommen. Dieses, von den Schriftstellern bis jetzt nicht beachtet, beweisen die vielen Beobachtungen am Ratanskär im Bygdeå Socken, in Lat. 63°. Die Schnelligkeit für 100 Jahre war zwischen den Jahren

1749 bis 1819 als Mittelzahl (von 1, 2, 3) = $5,_{12}$ Fuß.
1774 — 1819 . . . . (von 4, 5, 6) = $4,_{28}$ „
1795 — 1819 . . . . nur = $2,_{47}$ „

Auch auf Vargö im Wasaskärgard betrug sie in den Jahren von

1755 bis 1785 = $4,_{41}$ Fuß.
1755 — 1821 = $3,_{97}$ „

Doch Alles dieses ist nur approximativ. Denn die einzelnen Beobachtungen sind zu ungenau und einander zu widersprechend, als daß sie zu einem genauern Resultate benützt werden können. So ist der ersten, am Ratanskär angestellten Beobachtung zufolge der Wasserstand unter dem, im Jahre 1749 ausgesetzten, Zeichen im Jahre 1785 = $2,_{70}$ schwed. Fuß gewesen, zehn Jahre später um $0,_{20}$ gestiegen und vier und zwanzig Jahre später wieder um $0,_{10}$ gefallen. Würde man dann mit der möglichst größten Genauigkeit rechnen, so ergäbe sich, daß das Land mit einer Schnelligkeit für 100 Jahre von 2 pariser Fuß in den Jahren 1785 bis 1795 gefallen, in den darauf folgenden Jahren 1785 bis 1819 mit der Schnelligkeit für ein Jahrhundert von $0,_{42}$ gestiegen sei, während nach der Beobachtung Nr. 1. diese $6,_{85}$ gewesen ist. Noch größere Widersprüche wird man finden, wenn man fortfährt, auf diese Art zu rechnen.

Das hier in Rede seiende Phänomen ist auch von Brongniart, Hisinger, Lyell und Keilhau untersucht worden. Der zuletzt genannte Naturforscher beschreibt eine Küstenlinie, die in alten Zeiten vom Drontheimer Fiord, am Fuß einer Sandbank, bei Steenkjor, gebildet worden ist, und jetzt ungefähr 20 Fuß über dem Fiord steht. Zugleich giebt er die wagerechten Spuren an, welche man in Nordland und in Finmarken nicht allein im lockern Boden, sondern auch auf den festen Gesteinen, in einer Höhe von 50 bis 100 Fuß über dem Niveau des Meeres, beobachtet hat. Brongniart fand bei Uddevalla in Schweden Balaniten an Felsen hangen, die etwa 200 Fuß über dem Meeresspiegel stehen; dieselbe Beobachtung machten Keilhau und Böck bei Hellesaaen in Swallehnens Amt,

ungefähr acht Meilen von der Küste und in einer Höhe von ungefähr 430 Fuß über dem Meere. Muschelsand fanden die genannten Naturforscher an Punkten, wo er früher noch nicht nachgewiesen war, und überall sahen sie darin Muscheln, selbst die zerbrechlichsten, in einem so vollkommen erhaltenen Zustande, daß man nicht daran zweifeln kann, dieser Sand sei an demselben Orte gebildet worden, wo er gegenwärtig noch liegt.

Außer den Muscheln führt Keilhau auch ein Wallfisch-Skelett an, welches 1682 bei Frederikshald im Thon von Fistedalen, und ein anderes, welches in derselben Formation in Stordalen entdeckt wurde. Ferner gehören hierher die Überreste von Fischen und Echiniten im Thon von Romsdalen und Nordmoor, endlich die Seepflanzen, welche im Torf von Oreland gefunden worden sind. Keilhau stellt überhaupt folgende drei Sätze in Beziehung auf die Erhebung der skandinavischen Halbinsel auf:

1) Der erwähnte Thon, d. h. der gewöhnliche norwegische Thon, der zum Anfertigen von Ziegelsteinen gebraucht wird, der Muschelsand und der Torf von Zoffera, deüten durch die verschiedenen Niveaux in den Massen, welche sie bilden, mehrere auf einander folgende Erhebungen an.

2) Die Thon-Ablagerungen insbesondere zeigen sich in verschiedenen Erhöhungen und bilden mehrere Terrassen, da einige von ihnen höher stehen als die andern. Die größte Höhe dieser Terrassen scheint 600 Fuß zu betragen.

3) Da sich die Muschelsand-Ablagerungen vom Norden Schwedens bis nach Finmarken hin finden, so müssen die emporgehobenen Distrikte eine beträchtliche Ausdehnung gehabt haben; kein Grund liegt zu der Annahme vor, daß jede der vertikalen Bewegungen in ganz Skandinavien gewirkt habe, obwol eine merkwürdige Gleichheit in der Vertheilung der Massen die Meinung befestigt, daß einige dieser Erhebungen mindestens allgemein gewesen sind *).

Außer den vormaligen Küstenlinien und den See-Ablagerungen lenkt Keilhau die Aufmerksamkeit noch einer andern merkwürdigen Thatsache zu, die sich wahrscheinlich auf die Erhebungen Skandinaviens beziehen. An vielen Orten des Hochgebirgs scheinen sich nämlich die Vegetations-Gränzen erniedrigt zu haben. Baumwurzeln finden sich da, wo jetzt kaum Strauchgewächse fortkommen; Wälder von Pinus sylvestris endigen auf den Abhängen der Berge vermittelst grünender Baüme, die indessen seit Jahrhunderten stehen geblieben sind. Diese Thatsache ist nicht blos in Schweden wahrgenommen worden, sondern auch in Norwegen, das nicht dieselbe stufenförmige Erhebung zu erleiden scheint, als der östliche Theil der Halbinsel. Was die zuletzt genannte Bewegung der Skandinavischen Halbinsel anbelangt, so glaubt Keilhau muthmaßen zu dürfen, daß die Niveau-Veränderung selbst, welche der gewöhnlichen Meinung nach einzig in ihrer Art ist, den Bewegungen zugeschrieben werden muß, welche während der Erdbeben Statt finden; daß aber, weil diese Bewegungen nicht von Beträchtlichkeit gewesen sind, die daraus erfolgte Erhebung nur nach einer langen Reihe von Phänomenen derselben Art merkbar geworden ist.

Dasselbe Phänomen, welches wir hier für Skandinavien ausführlich verfolgt haben, wird auch in andern Gegenden der Erde wahrgenommen.

*) Auch auf Spitzbergen hat Keilhau Thonlager beobachtet, die denen von Skandinavien ähnlich sind und ungefähr 20 Fuß über den Strand sich erheben. In diesen Lagern fand er den Buccinum carinatum, eine dem Polar-Meere angehörende Muschel.

So behauptet man auf Tahiti, das Meer ziehe sich von der Insel zurück. Da nun aber der Ocean um Tahiti nicht sinken kann, ohne zugleich an andern Inseln und den Küsten der Festländer niedriger zu werden, dieses aber nicht, außer an den Küsten von Chili bei außerordentlichen Gelegenheiten, wahrgenommen worden zu sein scheint, so darf man auf ein allmäliges Emporheben von Tahiti schließen; eine Erscheinung, die, nach Adolf Erman's Wahrnehmungen, auch auf der Halbinsel Kamtschatka Statt findet.

Dem Erheben des Bodens schließt sich sein allmäliges Niedrigerwerden an. Von den plötzlich eintretenden Veränderungen dieser Art ist bereits in frühern Kapiteln die Rede gewesen: Bergstürze, Erdfälle können sie eben sowol herbeiführen als Erderschütterungen. Die allmälige Erniedrigung ist entweder der Effekt äußerer Einflüsse, insbesondere der atmosphärischen, die beständig dahin streben, den Boden gleich zu machen, oder sie ist die Wirkung von innen herauf wirkender Kräfte, die dem Vulkanismus angehörig sind. Hr. von Hoff erzählt in seinem klassischen Werke über die Veränderungen der Erdoberfläche mehrere Beispiele von der Wirkung der zuerst genannten Thätigkeit, welche man in England, Italien und selbst in der Nähe von Gotha bei dem Dorfe Warza wahrgenommen hat. Zeüne hat noch mehrere Beispiele gesammelt, aus Schwaben und Thüringen: Höhen, welche in früheren Zeiten die Aussicht zwischen zwei Kirchthürmen versperrten, thun dies in neüerer Zeit nicht mehr, weil der Erdboden dieser Höhen durch die stets thätigen atmosphärischen Niederschläge abgeschwemmt worden ist. Auch Becher gedenkt eines solchen Falles auf dem Westerwalde: „In der Gegend der großen Linde,“ sagt er, „zwischen Liebenscheid und der Neükirch, verhinderte vor einigen zwanzig Jahren (d. i. um 1765) der Erlenberg, daß vom Kirchthurm gar nichts oder doch nur wenig zu sehen war. Dermalen (1789) wird er ganz gesehen. Die Bewohner glauben daher, der genannte Berg habe sich gesenkt. Dies, oder die mehrere Kultur — denn der Berg ist Ackerfeld — ist die Ursache davon. Ich vermuthe letztere.“

Zu den von innen herauf wirkenden Erscheinungen gehört ohne Zweifel das allmälige Sinken eines Theils der Westküste von Grönland, worüber Pingel mehrere Thatsachen gesammelt hat.

Die erste Beobachtung der Art machte Arctander zwischen den Jahren 1777 und 1779. Er erfuhr in dem Fiorde Igalliko, Lat. 60° 43′ N., daß ein kleines, flaches, felsiges Eiland, etwa einen Kanonenschuß von der Küste entfernt, zur Fluthzeit fast gänzlich unter Wasser stehe, während sich doch darauf die Mauern eines Hauses von 52 Fuß Länge, 30 Fuß Breite, 5 Fuß Dicke und 6 Fuß Höhe befinden. Ein halbes Jahrhundert hernach, als Pingel diese Insel besuchte, war das Ganze so weit versunken, daß blos die Ruinen aus dem Wasser hervorragten.

Die Kolonie Julianenhaab wurde im Jahre 1776 an der Mündung desselben Fiords angelegt, und die Grundmauern ihres Waarenhauses lagen an einem Felsen, das Kastell von den dänischen Kolonisten genannt, welcher jetzt nur bei einem sehr niedrigen Wasserstande trocken liegt.

Die Umgegend der Kolonie Frederikshaab, Lat. 62° N., wurde ehemals von Grönländern bewohnt; allein die einzigen Spuren ihres vormaligen Aufenthalts daselbst sind Steinhaufen, über welchen jetzt der Fiord zur Hochwasserzeit hinwegfluthet.

Nahe bei dem Glätscher, welcher die Kolonien Frederikshaab und Fiskernäß, Lat. 63° 4′ N., trennt, liegt eine Inselgruppe, Fulluartalik

genannt, die jetzt unbewohnt ist, an ihren Küsten aber Ruinen von Winterwohnungen trägt, die oft unter Wasser gesetzt werden. Eine halbe Meile westlich von Fiskernäß gründeten die Herrenhuter im Jahre 1758 die Niederlassung Lichtenfeld. Innerhalb dreißig bis vierzig Jahren waren sie ein-, vielleicht zweimal gezwungen, die Pfähle, worauf sie ihre großen Boote, die Umiaks oder Frauenboote, setzen, zu verlegen. Die alten Pfähle blieben als stumme Zeügen unter dem Wasser.

Im Nordosten der Kolonie Godthaab, Lat. 64° 10′ N., befindet sich ein Vorgebirge, welches Egede, der ehrwürdige Apostel der Grönländer, Vildmansnäß genannt hat. Zu seiner Zeit, 1721 bis 1736, wurde es von mehreren grönländischen Familien bewohnt; jetzt aber liegt deren Winterwohnung zerstört da, und der Fiord tritt zur Fluthzeit in das Haus. Kein geborner Grönländer, sagt Pingel, baut sein Haus so nahe am Rande des Wassers.

Die eben erwähnten Punkte wurden von Pingel selbst besucht, und er fügt, auf die Auctorität eines seiner Landsleüte, eines sehr glaubwürdigen Mannes, hinzu, daß auch zu Napparsock, 45 geographische Meilen nördlich von Sukkertop, Lat. 65° 20′ N., bei Ebbe die Mauern einer grönländischen Winterwohnung sichtbar seien.

Aus den nördlicheren Distrikten sind dem Dr. Pingel keine Beispiele von Senkungen bekannt geworden, doch vermuthet er, daß diese Phänomene bis hinauf zur Disco-Bai, Lat. 69° N., reichen.

In einem früheren Kapitel dieses vierten, der Geologie gewidmeten Buches haben wir einiger merkwürdigen Bergstürze ausführlich gedacht, namentlich auch des Einsturzes der Diablerets im Wallis. Ein gleiches Ereigniß hat vor ganz Kurzem in derselben Gegend der Alpen Statt gefunden, an der Dent du Midi nämlich, dem Eckpfeiler, welcher sich auf der Westseite des Rhone-Thales, bei seinem Durchbruch aus dem Wallis zum Genfer Seebecken, über St. Maurice erhebt; seine Höhe über dem Meere beträgt 1634′, nach Saussure.

Am 25. August 1835, Abends, ereignete sich rings um die Dent du Midi ein sehr heftiges Gewitter, bei dem der Blitz zu wiederholten Malen auf die Spitze gefahren sein soll. Am andern Tage, dem 26., zwischen 10 und 11 Uhr Morgens, löste sich ein ziemlich beträchtlicher Theil des Gipfels auf dem östlichen Abhange plötzlich ab und stürzte unter furchtbarem Getöse auf den Glätscher herab, der an der Südseite der Dent liegt, und riß eine ungeheüre Masse desselben im Sturze mit sich fort. Die Stein- und Eismasse stürzte sich in die tiefe Schlucht, welche die Dent du Midi vom Col de Salense trennt, und worin der Bergstrom von Saint-Barthelemy seinen Lauf nimmt. Bald sah man aus der Enge, wodurch dieser Bergstrom seinen Ausgang zum Rhone nimmt, gleichsam einen Berg von schwarzem, zähem Schlamm hervorbrechen, auf dessen Oberfläche Felsblöcke von allen Größen (einige waren zwölf Fuß hoch) schwammen. Diese, einem Lava-Erguß ähnliche, flüssige Masse nahm ihren Weg zum Rhone quer durch den Fichtenwald, womit dieser Theil des Thales bedeckt ist, indem sie Alles mit sich fortriß, was sie auf ihrem Wege antraf. Die mächtigsten Baüme wurden wie Binsen zerknickt und umgestürzt. Am steilen Ufer des Stromes angelangt, stürzte sie sich wie ein schrecklich anzusehender Schlammfall in denselben. Die Steinblöcke, die sich in dem Schlamm befanden, wurden ebenfalls in den Rhone geschleüdert, dessen Wasser gegen das jenseitige Ufer und weit stromaufwärts zurückgedrängt wurde. Die große Straße, mit diesem Schlamm und sei-

nen Felstrümmern bedeckt, ward natürlicherweise ungangbar, und man mußte vermittelst Faschinen einen neüen Weg über diesen elastischen Boden bahnen. Mehrere Tage lang konnte die Verbindung zwischen dem Ober- und dem Unter-Wallis nur vermittelst einer wenig festen Brücke unterhalten werden, die man in der Eile über den Bergstrom am Eingang der Bergenge geschlagen hatte. Auf dem nördlichen Abhange der Dent du Midi stürzte nur ein kleiner Theil des Felsens ein und blieb auf dem Glätscher liegen. Merkwürdig war es, daß der Schlammstrom kaum zum zehnten Theil seiner Masse Wasser enthielt, und dennoch schob er ungeheüre Kalksteinblöcke fort, die auf seiner Oberfläche fast eben so leicht schwammen, wie Eisschollen in einem Flusse. Die Beschaffenheit des Bodens, welcher aus schiefrigem Kalkstein und schwarzen Mergeln besteht, hat den Sturz begünstigen müssen. Noch mehrere Tage nach dem Ereigniß erhob sich eine Staubwolke zu einer großen Höhe und brachte das Ansehen einer vulkanischen Erscheinung hervor.

Fünfzigstes Kapitel.

Von den Höhlen. Die vulkanisch-hohlen Raüme. Die eigentlichen Höhlen; sie sind im Urgebirge verhältnißmäßig selten; dagegen ist das Übergangs- und das Flötzgebirge, und namentlich die Kalksteinformation ihre eigentliche Heimath. Der Gestalt nach lassen sich drei Hauptarten von Höhlen unterscheiden. Tropfstein-Bildung. Knochen-Höhlen. Temperatur der Höhlen. Windhöhlen. Dunsthöhlen.

Daß es, wie bereits im Vorigen angedeütet wurde, eine große Zahl von Raümen im Innern der Erde geben müsse, welche nicht gleichartig von der festen Gesteinsmasse derselben angefüllt werden, sondern nur Wasser oder Luft und Dämpfe enthalten, ist sehr wahrscheinlich, wenn wir an die großen Veränderungen denken, welche die Erdrinde gleichmäßig durch Feüer- und Wasserwirkung seit der ersten Bildung ihrer mineralischen Oberfläche erlitten hat. Beide Elemente haben gleichartig, und mehr oder minder gewaltsam auf die Zerstörung des ursprünglichen Zustandes der Verbindung und Gleichförmigkeit eingewirkt, in welchem die Massen der Oberfläche gebildet wurden; die ungeheüern Massen geschmolzener Substanzen, welche die Vulkane aus dem Innern heraufbringen, die große Menge von Gesteins-Bruchstücken und aufgelösten Theilen, die von den Gewässern mit fortgerissen werden, die Zerreißungen, Erhebungen und Verstürzungen der Gebirgsmassen in verschiedenen Perioden sind eben so viele Ursachen der Bildung hohler Raüme, und es ist daher sehr natürlich, daß sie in größter Menge durch Beobachtung wirklich nachgewiesen werden.

Die Höhlen, welche das Feüer der Vulkane gebildet hat, können begreiflich ihren Sitz allein im Urgebirge, und unter demselben in der Lagerstätte der vulkanischen Grundmassen haben. Sie sind unserer unmittelbaren Beobachtung nicht zugänglich, und nur aus der Erfahrung und der wiederholten, durch gewisse Raüme schnell fortgepflanzten Erschütterung des Erdbodens, so wie aus den Wahrnehmungen, welche durch Pendel-Messungen über die Dichtigkeit verschiedener Theile der Erdoberfläche angestellt werden, können wir auf ihr Dasein schließen. Sie müssen die größten unter allen sein, und ihre Größe muß mit der Zunahme der vulkanischen Wirkungen wachsen.

Das größte Beispiel dieser Art ist uns von dem Plateau von Quito bekannt, das von den gewaltigsten Vulkanen der Welt umgeben ist. Schon La Condamine glaubte, daß ein großer Theil dieser Gebirgsebene als die Decke eines ungeheüern Gewölbes zu betrachten sei, und Parrot hat es durch Rechnung sehr wahrscheinlich gemacht, daß sich unter ihrer Oberfläche eine Höhle von mindestens $1\frac{1}{4}$ Kubikmeilen Inhalt erstrecke. Das donnerähnliche Getöse unter des Plateau's ganzer Ausdehnung, welches den Eruptionen der benachbarten Vulkane, nach Humboldt's Zeügniß, vorherzugehen und sie zu begleiten pflegt, spricht sehr für die Richtigkeit dieser Voraussetzung, und die nothwendige Vergrößerung dieser unterirdischen Raüme, welche jeder größere Ausbruch bewirkt, macht die

Gefahr eines dereinstigen Einsturzes dieser blühenden Landschaft sehr wahrscheinlich, — eine Befürchtung, welche durch die Bildung des See's Quilotoa, als Wirkung des Erdbebens von 1797, theilweise schon gerechtfertigt ist.

Auch ist in der That die Menge geschmolzener Materien, welche die Vulkane aus dem Innern der Erde heraufbringen, über alle Erwartung groß, und im Staude, leere Raüme zu erzeügen, welche die Masse der größten unter den bekannten Bergen an Umfang übertreffen. Parrot berechnet, daß der Etna bei einem seiner letzten bedeütenden Ausbrüche im Jahre 1769 allein eine Lava-Masse ausgeworfen hatte, welche einen Kegelberg von 5820 Fuß Höhe und 11640 Fuß Breite (eine beinahe vier Mal so große Masse als der Vesuv) geben würde; vierzehn solcher Eruptionen würden die Masse des Montblanc, von der Meeresfläche aus gedacht, liefern, und an sechs und zwanzig große Ausbrüche sind seit dem zwölften Jahrhundert vorgefallen. Eben so lieferte ein einziger Ausbruch auf Island, in demselben Jahre, 1783, in welchem das Erdbeben von Calabrien Statt fand, eine Menge von Lava (sechszig Geviertmeilen 100‹ hoch bedeckend), welche sechs Mal der Masse des Montblanc, und der des Chimborazo etwa $2^3/_4$ Mal überlegen sein mußte.

Es ist daher in Gegenden, welche so von Vulkanen durchbohrt sind, nichts gewöhnlicher als das Einstürzen größerer Theile der Erdoberfläche. Die Beispiele dieser Erscheinungen sind zahllos und besonders haüfig von den vulkanisch erhobenen Inseln des Meeres bekannt.

Im Griechischen Archipelagus liegen die nächsten beobachteten Thatsachen vor. Dort ist im Jahre 1507 ein Theil der vulkanischen Insel Santorin bei einem Erdbeben in die Tiefe gesunken, und in den phlegräischen Feldern, bei Neapel, muß sich, Breislak's Nachricht zufolge, der See Agnano durch den Einsturz eines vulkanischen Berges gebildet haben. Im März 1790 versank auf Sicilien, bei Santa Maria de Niscemi, ein Landstrich von etwa drei italiänischen Meilen im Umkreise bis dreißig Fuß tief, und unter unsern Augen sahen wir im Jahre 1831, zwischen den Küsten von Sicilien und Afrika, das Eiland Ferdinandea emporheben und wieder versinken. Dasselbe Phänomen ist in den Umgebungen der vulkanischen Inselgruppe der Azoren mehrere Male gesehen worden. Auf Japan, den Philippinen (wo 1627 — auf Luzon — ein Berg der Erde gleich gemacht wurde), und in den Molukken kommt es nicht selten vor; namentlich ist dort im Jahre 1693 durch ein Erdbeben eine Insel Sorea untergegangen, welche bewohnt war, und von der mehrere Orte noch im Andenken sind.

In Vorderindien versank auf ähnliche Weise die Hauptstadt Udjein mit noch achtzig andern Städten in den Provinzen Malwa und Bagur durch ein Erdbeben, und 1556 soll fast die ganze chinesische Provinz Schansi gesunken sein. Auch von den Spitzen der Cordilleren sind, wie bereits früher erwähnt wurde, mehrere in die Tiefe gesunken, und Ähnliches wird von den Kleinen Antillen, namentlich von Guadeloupe, berichtet.

Oft scheinen Vorgänge dieser Art in der Tiefe des Meeres geschehen zu sein, in welchem Falle sie auf der Oberfläche durch plötzliches Zurücktreten des Gewässers und die heftigen Schwingungen desselben bei seiner Wiederkehr bezeichnet wurden. So ist eines der neüern Phänomene dieser Kategorie am 28. Juni 1812 im Meere bei Marseille vorgefallen, wobei das Wasser im Hafen plötzlich sank und mit ungeheürer Heftigkeit hinausstürzte, dann aber eben so stürmisch zurückkehrte; eine Erscheinung, welche sich mehrfach wiederholte, bis das Gleichgewicht wieder hergestellt war, und große Verwüstungen anrichtete. Ganz ähnlich sind dergleichen Phä-

nomene von andern Punkten des Mittelländischen Meeres, von der Küste Kamtschatka's und den Aleutischen Inseln bekannt geworden.

Von diesen durch die unterirdische Thätigkeit der Vulkane gebildeten Höhlen, welche möglicher Weise unter der ganzen mineralischen Erdoberfläche in Verbindung stehen mögen, unterscheiden wir diejenigen, die in unsern Gebirgen in den verschiedenen Lagen dieser Kruste gefunden werden.

A. von Humboldt verdanken wir aus neüester Zeit eine Zusammenstellung der Erfahrungen über die Art ihres Vorkommens und die Hauptverschiedenheiten ihrer Gestalt. Er hat daraus Schlüsse über die Ursachen hergeleitet, welchen sie ihr Entstehen verdanken mögen. Zunächst verdiente unstreitig die Frage eine besondere Beachtung, ob die Höhlen eine durch die Gebirgs-Bildungen verschiedener Zeiten verbreitete Erscheinung sind, oder ob sie nur einer spätern Periode angehören, seitdem das organische Leben sich auf der Erdoberfläche entwickelt hat.

Eine Untersuchung der verschiedenen Gebirgsarten nach ihrer Zeitfolge lehrt, daß im Urgebirge der Höhlen verhältnißmäßig ungleich weniger als in den jüngern Formationen gefunden werden, und daß besonders arm an solchen Vorkommnissen die ältesten Massen der Granit- und Gneis-Formation sind. Es verdienen in ihnen fast allein die weiten Klüfte und das Innere von hohlen Gangraümen genannt zu werden, welche in der Schweiz und im Dauphiné unter dem Namen Krystallhöhlen bekannt sind, an ihren Wänden reich besetzt mit Saülen von Bergkrystall, welche sie zum Gegenstand der Nachforschungen und der Bearbeitung machen.

Ähnliche Höhlungen nennt Humboldt im Gneis des Fichtelgebirges in der Nähe von Wunsiedel; niemals aber sind sie bedeütend.

Von außerordentlicher Ausdehnung, doch bis jetzt ganz allein stehend, würden die gewaltigen Klüfte und Höhlen sein, welche der Granit, nach Pontoppidan und Torbern Bergmann, in Schweden und Norwegen zeigt. So die Höhle von Marienstadt in Schweden, deren Ende man nicht kennt; so namentlich ganz besonders das ungeheüer tiefe Loch bei Frederikshall, aus welchem ein hineingeworfener Stein erst in $1\frac{1}{2}$ bis 2 Minuten seinen Schall zurückschickt, eine Beobachtung, welche, falls sie gegründet wäre, nach Parrot's Berechnung eine senkrechte Tiefe von mindestens **39866** Fuß (höchstens **59049** Fuß) voraussetzt, d. i. **2** bis **3** Mal größer als die Höhe des Chimborazo *).

Haüfiger, und bei weitem am gewöhnlichsten, sind die Grotten des Urgebirges in seinem Kalkstein zu Hause; und wenn sie denen in späteren Kalkformationen an Größe nachstehen, so liegt dies nur an der untergeordneten Ausdehnung des Urkalks, nicht aber an seiner Unfähigkeit, Höhlen zu bilden. Mehrere der ausgezeichnetsten Höhlen sind aus diesem Gebilde bekannt; so namentlich die Höhlen der griechischen Inseln, unter denen besonders die von Antiparos berühmt ist, dann auch das sogenannte Kuetzelloch bei Kaufungen im Fürstenthum Jauer, in Schlesien, eine Höhle von bedeütender Ausdehnung **).

Im Übergangsgebirge und Flötzgebirge bleibt es ferner gleichfalls der Kalkstein, welcher fast ausschließlich alle größeren Höhlen-Bildungen

*) Pontoppidan hat die Tiefe zu 11000 Fuß berechnet.

**) Ebenfalls gehört wahrscheinlich hierher die tiefe Höhle von Dolsteen auf Sondmoer, von welcher die Sage geht, daß sie nach Schottland fortlaufe, und in welcher einige Forscher bis unter das Meer fortgingen, ohne ihr Ende zu erreichen.

aufnimmt; so liegen namentlich im Übergangskalk die Höhlen des Harzes, die prächtigen Höhlen von Derbyshire; die von Salzfluch in Graubünden und die Lavater-Höhle in der Schweiz; eben so die berühmten Höhlen der Karpathen, unter denen die von Szilicze ganz besonders bekannt ist. Eben so die Höhlungen von Iserlohm und Sundwich, so wie die Klutert bei Schwelm, alle drei in der Grafschaft Mark.

Haüfiger werden die Höhlen in den Flötzkalksteingebirgen, und dort ist es eine der jüngsten Formationen, der Kalkstein der Jura-Formation, welcher sich in dieser Beziehung vorzugsweise auszeichnet, und von früheren Geognosten deshalb, wie bereits erwähnt wurde, mit dem Namen des Höhlenkalks unterschieden ward. Hierher gehören die sogenannten Balmen der Schweiz (die von Sentis, vom Mole, vom Beatenberg am Thuner-See); die Höhlen auf dem Schweizer Jura (von Motiers-Travers, Dole, Valorbe); die berühmten Höhlen Frankens (von Muggendorf und Gailenreuth); die im Jura Würtembergs (Pfullingen, Urach rc.); die zahllosen Höhlen-Erscheinungen des südlichen Krain, von Istrien rc.; die Grotte de Notre-Dame de Balme bei Grenoble, und manche der minder bedeütenden Höhlen Westfalens (die Lippoldsheimer, Moenkenloch rc.) und Englands (Kirkdale rc.); und die Grotte von Caripe in Cumana kommt, nach Humboldt, in demselben Gebirge vor. Auch die rauhen Kalksteine des ältern Flötzgebirges, die sogenannten Rauhwacken, liefern ausgezeichnete Beispiele von Höhlen-Bildungen; so namentlich die Einhornhöhle bei Scharzfeld, die Liebensteiner Höhle und das Backofenloch im Thüringer Wald, das Schneiderloch bei Allendorf in Hessen rc.

Nächst den Kalksteinen ist unstreitig im Flötzgebirge noch der salzführende sogenannte ältere Gyps die höhlenreichste Formation, welche sich durch ausgezeichnete Erscheinungen dieser Art bemerkenswerth macht; hierher gehören die sogenannten Kalkschlotten der Grafschaft Mansfeld und des südlichen Harzrandes, welche besonders durch den Einfluß, den sie auf den Betrieb des Bergbaues, auf die Sicherung der Gruben vor Überschwemmungen, oder auf deren Austrocknung üben, genauer bekannt sind.

Selten sind Höhlen-Erscheinungen im Sandsteingebirge und fast niemals von bedeütender Ausdehnung, meist weit geöffnet in ihren Anfängen; so zeigen sich der Kuhstall und der Diebeskeller in Sachsen, wenige Höhlen in Böhmen in der Gegend von Leitmeritz, und an der Heuscheune in der Grafschaft Glatz rc.

Zu bemerken sind ferner noch Höhlen-Bildungen, die in den neüern vulkanischen Gesteinen, und selbst in neüern Laven vorkommen, deren Auswurf noch in der Erinnerung ist; so die Basalthöhlen, unter denen die Fingals-Höhle auf Staffa bei weitem die bedeütendste ist, ein freigewölbter Gang, an seinen Wänden von schlanken Basalt-Pfeilern getragen, welche ununterbrochen 53 bis 54 Fuß lang sind; die Mitte des Bogens hat am Eingange, nach Fauja's Angabe, gegen 117 Fuß Höhe, am Ende noch 70 Fuß, und die Länge des Ganges, dessen Boden die Fluthen des Meeres bilden, beträgt, nach Banks, 371 Fuß. Die einzige Spur von einer, freilich sehr unbedeütenden, und vielleicht nur künstlich gebildeten, Basalthöhle in Deütschland, welche dennoch, ihrer schönen Saülen wegen, einen sehr angenehmen Eindruck macht, ist die sogenannte Kitz-Kammer am westlichen Abhange des Meißner in Hessen. Unstreitig die größte unter den bekannten vulkanischen Höhlen, welche in neüern Laven vorzukommen scheint, ist die sogenannte Jurte-Höhle auf Island, nach Olassens und Povelsens Beschreibung gegen 840' lang, bei 5 bis 6'

Höhe. Auch in den Cordilleren von Quito kennt man kleine Höhlen im neüen vulkanischen Porphyr, welche die Ingebornen Machays nennen. Flinders hat uns dergleichen in der Lava von Isle de France kennen gelehrt; und in der Lava des Vesuvs von 1805 fand Gay-Lussac ähnliche Höhlen im kleinen Maaßstabe, 5 bis 7 Fuß weit.

Unter den Gestalten, welche diese Höhlen gewöhnlich anzunehmen pflegen, unterscheidet Humboldt zunächst drei von einander wesentlich verschiedene Hauptarten, trotz aller anscheinenden Unregelmäßigkeit:

1. Einige derselben haben die Gestalt von Spalten oder Rissen, ähnlich den leeren Erzgängen, mehr oder minder weit, doch immer schmal und lang gezogen, oft von bedeütender Längen-Ausdehnung in den Berg setzend, und nur an einem Ende zu Tage ausgehend. So kennt man besonders als ein Hauptbeispiel dieser Art die Eldon-Höhle im Peak von Derbyshire, in welcher man, nach Cotton (Philos. Transact. 1771. vol. 61. part. 1. n. 31.), in einer Tiefe von 1600' den Grund nicht hat erreichen können; so zeigt es in kleinerem Maaßstabe die Rosenmüllers-Höhle bei Muggendorf, die Höhle bei Malans in Graubünden u. s. w.

2. Eine andere Art von Höhlen ist von der ersten wesentlich dadurch unterschieden, daß sie an ihren beiden Enden zu Tage ausgeht, und, indem sie die Felsen durchschneidet, einen natürlichen Stollen bildet; besonders eigenthümlich ist ihr Erscheinen, wenn sie auf der Höhe isolirter Bergspitzen oder in freistehenden Felsmassen vorkommen; und wenn sie dann so grade sind, daß das Tageslicht durchscheint, gewähren sie einen sehr eigenthümlichen Anblick; sie sind, zufolge Kant, mit dem Namen „durchscheinende Höhlen“ bezeichnet worden. Berühmt in dieser Rücksicht ist das sogenannte Martinsloch, welches die Tschingel-Spitze eines der höchsten Berge der Tödi-Kette durchbricht; zwei Mal (im März und September) scheint hier die Sonne wie durch eine Röhre hindurch und giebt dem vorliegenden Thalgrunde eine sehr eigenthümliche Beleüchtung (auf der S.O. Seite). Sehr ähnlich ist eine solche Erscheinung durch Pontoppidan aus Norwegen bekannt geworden, vom Berge Torghatten in Helgeland, einen Durchbruch von 50 Klafter Höhe und 1000 Klafter Länge bildend, durch welchen das Tageslicht scheint; eben so an den thurmähnlichen Spitzen, welche die Iveriagsbucht umgeben. Ähnlich verhält es sich mit dem sogenannten hohlen Steine bei Muggendorf, der etwa 200 Fuß lang ist, und mit der sogenannten Espershöhle bei Gailenreuth, mit der niedrigen Sandsteingrotte des Kuhstall in der sogenannten sächsischen Schweiz, mit einer ganzen Reihe solcher Durchbrechungen an den Küsten der Insel Helgoland, eben so an der Küste Neü-Seelands u. s. w.

3. Die dritte und haüfigste Form der Höhlen ist unstreitig wol die, bei welcher eine Reihenfolge von Weitungen ungefähr in gleicher Höhe und Richtung liegen, die durch mehr oder weniger schmale Gänge mit einander verbunden sind. Diese Form ist namentlich u. a. den Harzer Höhlen eigen, doch hat die Bielshöhle mehr ein spaltenartiges Ansehen, als die Baumannshöhle und die Höhle von Scharzfeld. So war auch die Höhle von Caripe gestaltet, welche Humboldt untersuchte; so sind es die Höhlen von Krain, die von Antiparos, die bedeütendern Höhlen in Franken und die Kalkschlotter im Mansfeldischen.

Die Größe oder die Erstreckung dieser Höhlen ins Gebirge ist besonders bei denen, welche der Kalkstein enthält, oft außerordentlich, und hier, wie es scheint, am bedeütendsten. Von vielen derselben hat man das Ende nicht erreicht, und aus einstimmigen Zeügnissen geht hervor,

daß man mehr als meilenlang darin fortgegangen sei. In dieser Rücksicht wird namentlich die Höhle von Adelsberg in Krain, 6 Meilen von Triest, als die größte von allen genannt, welche alle bekannten nicht nur an Länge, sondern auch an Höhe ihrer Wölbungen übertrifft; mehrfach kommen über 500 bis 600 Fuß tiefe Abstürze in ihr vor, durch welche sich wilde Gewässer stürzen, und an einem derselben hat man den Versuch, weiter in ihr fortzuwandern, aufgeben müssen. Noch giebt es in ihren Umgebungen eine Menge von Höhlen in demselben Gestein, welche, mehr oder minder erforscht, ihr füglich an die Seite gesetzt werden können. Von ähnlicher Größe scheint die oben citirte Höhle Dolsteen auf Sondmoer zu sein; von der sogenannten Klutert bei Schwelm in Westfalen kennt man gleichfalls das Ende nicht, unerachtet man wol an 3000 Fuß in sie eingedrungen ist; die Devils-Arse in Derbyshire mißt gegen 2750 Fuß, und 2800 Fuß giebt Humboldt als die Länge der Grotte von Caripe an. Zu den kleinern gehören die Baumannshöhle, 758 Fuß, die Bielshöhle, 647 Fuß lang. Die Höhlen in Franken aber, obgleich sie zu den schönsten gehören, kennt man nur 3 bis 400 Fuß tief. Ausgezeichneter dagegen ist die Größe der Kalkschlottenzüge. Von einigen derselben ist es gewiß, daß sie Meilen weit unter einander zusammenhangen; so die Schlotten bei Wimmelburg, welche mit den Cresfelder Schlotten-Raümen, und sehr wahrscheinlich auch mit dem 1 bis 2 Meilen entfernten Mansfelder See in Verbindung stehen; ihre Wölbungen sind nicht selten mehr als 100 Fuß hoch und haben eine verhältnißmäßige Weite; selten verengen sie sich zu 10 bis 12 Fuß, und nur hin und wieder gehen schlauchförmige Kanäle von ihren Wänden aus.

Die Gänge, welche diese Kalk- und Gyps-Höhlungen mit einander verbinden, haben karakteristisch, wie besonders A. v. Humboldt zuerst bemerkte, vorherrschend eine wagerechte oder sanft geneigte Lage; seltener nur, und wo offenbar Spalten und Klüfte das Gebirge durchsetzen, sind sie senkrecht oder stark geneigt; so namentlich die Höhle im Iberg bei Grund, und unzählige andere. Diese Erscheinung, verbunden mit der Leichtauflöslichkeit der Gebirgsart, in welcher die Grotten zu Hause scheinen, giebt besonders der Voraussetzung Wahrscheinlichkeit, daß die meisten derselben durch Wirkungen der Gewässer, wenn nicht gebildet, so doch in ihren gegenwärtigen Zustand versetzt sind, und den ursprünglich vorhandenen Spalten, welche in den Kalkstein- und Gyps-Bildungen so häufig vorkommen, den Weg vorzeichneten. Ursprüngliche Wirkungen sind ferner auch unstreitig in vielen Kalksteinmassen vorhanden gewesen, welche bei unruhigem, stürmischem Niederschlag abgesetzt wurden, oder die Einwirkung aufsteigender Gasblasen erfuhren, welche sich durch den noch weichen oder wieder erweichten Kalkschlamm nicht durchzudrängen vermochten. Dieser Fall ist von allen denjenigen Höhlen gewiß, welche in der, ihrer Natur nach löcherigen und blasigen, Rauhwacke vorkommen, und in den durch eine spätere Revolution, welche mit Aufblähungen ihrer Masse und inniger Durchdringung mit vulkanischen Dämpfen verbunden war, entstandenen Dolomiten. Von ihnen hat L. v. Buch nachgewiesen, daß sie überall, wo sie vorkommen, voll großer und kleiner Höhlungen sind; und im Thale der Wiesen im Franken-Jura, bei Glücksbrunn, Scharzfeld u. s. w. ist es deütlich, daß die dortigen Höhlen in der That nichts anderes seien, als die größten unter den Blasenraümen, mit welchen die ganze Gebirgsmasse erfüllt ist; eben so zeigt es auch L. v. Buch an den Höhlen von Oliera über Bassano.

Daß diese Raüme sehr leicht durch ursprüngliche Spalten, welche das in ihnen angesammelte Wasser durch seinen Druck erweiterte und ausnagte, mit einander verbunden sein konnten, ergiebt sich von selbst, wenn man bedenkt, daß bei Erschütterungen, welche das Gebirge erfuhr, vorzugsweise diejenigen Stellen am leichtesten reißen mußten, die am wenigsten unterstützt waren und ausweichen konnten. Auch der Gyps ist eine Gebirgsbildung, welche einer sehr turbulenten anomalen Entstehungsweise dringend verdächtig ist, und ursprünglich Höhlungen enthalten konnte; bei ihm erleichtert seine ausnehmende Auflöslichkeit unstreitig sehr die Vorstellung einer spätern Auswaschung, Vergrößerung, Verbindung dieser Raüme durch Wassergewalt. Freiesleben glaubt sich überzeügt halten zu dürfen und hat es erwiesen, daß die gegenwärtige Form dieser Höhlungen und die Beschaffenheit ihrer Wände deütlich zeigen, sie seien durch die allmälige Abwaschung von Gewässern gebildet worden, welche ruhig fortwirkten, und nur so viel allmäligen Zu- und Abfluß hatten, daß ihre Auflösung damit im Gleichgewicht stand. Er sah, daß die schönsten symmetrischen Höhlen nur im Gypse von geringer Festigkeit, großer Reinheit und gleichförmiger Mischung vorkommen; wo dagegen im Gypse sich krystallinisch ausgeschiedene Massen und Lagen von schwerem, auflöslichem Stinkstein befinden, ragen sie zackig ins Freie hervor, und unterbrechen oder krümmen und verzweigen unregelmäßig den Gang der Verbindungs-Kanäle, und immer haben die Seitenwände eine wellig oder sumpfartig ausgewaschene Gestalt, während der Boden mit losem Schlamm von losgebrochenen Gypskörnern und Stinksteinstücken bedeckt ist. Auch Werner war der Meinung, daß diese Raüme auf gleiche Weise entstanden wären; er glaubte, daß sie früher mit unregelmäßigen Steinsalzklumpen erfüllt gewesen wären, welche das Wasser ausgewaschen hätte.

Solche Wasserwirkungen sind indeß nicht nur bei den Höhlen der dritten, sondern auch bei denen der zweiten Art haüfig nachweisbar; an den Küsten von Helgoland sieht man sie jährlich durch die Wirkung des Meeres an der den Wirkungen der Ebbe und Fluth ausgesetzten Seite entstehen *). Schwieriger dagegen mögen dergleichen auf den Spitzen der Berge und in den Höhen der Thalränder zu erklären sein; doch können hier vielleicht Spalten, welche von oben herein zustürzten (wie sicher am Kuhstall der Fall ist), oder Abstürze der einer Höhlen-Öffnung entgegengesetzten Thalwand, welche das Innere des Berges entblößten, in vielen Fällen zur Erklärung ausreichen.

Was bei diesen Gesteinen durch das Gewässer vorzugsweise bewirkt wird, ist bei vulkanischen Massen unstreitig die Wirkung entweichender Gasarten aus dem unflüssigen Lavastrom. Dasjenige, was Gay-Lussac am Vesuv beobachtet hat, bestand deütlich nur in Blasen, welche sich nach Art aller Lavablasen in der Richtung der Länge zogen, welche der langsam ableitende zähe Strom nahm; so sieht auch Humboldt die Machays der Cordilleren an, welche sich durch ihre weiten Öffnungen vor allen italiänischen vulkanischen Höhlen auszeichnen.

Vor Allem aber sind die Kalksteingrotten auffallend durch ihre Tropfstein-Bildungen, mit welchen sie stets mehr oder minder erfüllt zu sein pflegen. Die Art ihrer Bildung folgt aus einer einfachen Vorstellung: wir wissen, daß Wasser, wenn es mit Kohlensaüre geschwängert ist,

*) Sehr möglich ist auch die Entstehung der Fingals-Höhle durch das Herausreißen loser Basaltsaülen vom Meere vorauszusetzen.

den Kalkstein auflöst, und ihn, sobald es seinen Überschuß daran verliert, wieder absetzt. Dieser Vorgang erfolgt ununterbrochen durch die Decke der Höhlen, besonders wenn sie, wie Parrot näher dargethan hat, mit vegetabilischer Erde und Pflanzen bedeckt ist. Die modernden Wurzeln entwickeln eine große Menge freier Kohlensaüre, welche das Regenwasser aufnimmt und sich damit allmälig in das feste Gestein einfrißt; immer mehr und mehr vordringend, muß es die Masse desselben in einen fein durchlöcherten Schwamm verwandeln, und, durch Länge der Zeit begünstigt, immer lebhafter zufließen, je mehr von ihr aufgelöst wird. Es verwandelt sich daher dieser Vorgang in ein ununterbrochenes Tröpfeln von der Decke herab, und wo die austretenden Tröpfchen in Berührung mit der Luft in den Höhlen verdunsten, bildet sich ein Kalkblättchen; dieser Absatz geschieht krystallinisch, und wenn die Tropfen so fein sind, daß sie noch an der Decke hangend verdunsten, bilden sich von ihr abwärts zapfenartige Gestalten gleich Eiszapfen, welche, aus konzentrischen Ringen durchscheinender Krystallblättchen gebildet, ein sehr eigenthümliches Ansehen und durch ihre Verbindung unter einander eine Menge sonderbarer Gestalten geben, welche eine lebhafte Phantasie mit erstarrten Wasserfällen, Orgeln, Kanzeln, Vorhängen &c. vergleicht, wie sie überall gezeigt werden. Diese zapfenartigen Bildungen sind die eigentlichen sogenannten Stalaktiten, von denen man noch die Stelagniten unterscheidet, welche, wie geflossene Rinden voll kugelförmiger und nierenartiger Unebenheiten, die Seitenwände und den Boden der Höhlen bedecken, und durch die Verdunstung der abfallenden größeren Tropfen entstehen; sie bilden, den größeren Zapfen gegenüber, durch das stete Abtropfen von ihren Spitzen zackige Erhebungen, welche bei immer zunehmendem Absatz endlich die Spitze des Zapfens erreichen und mit ihm schlanke, durchscheinende Saülen bilden, die durch ihre Verhältnisse und die Art, wie sie an der Decke enden, an die Bauwerke gothischen Styls erinnern. Ein Beispiel der Art giebt die klingende Saüle in der Baumannshöhle, deren Klang von der Festigkeit und Gleichförmigkeit ihrer Krystalle in Masse herrührt, welche oft so dicht wird, daß man nur beim Anschleifen ihre Bildung durch successiven Absatz erkennt. Oft ist das Tröpfeln in solcher Höhle so stark, daß das Wasser sich in Bassins versammelt, weil es nicht so schnell abdunsten kann als es austritt; so z. B. die sogenannten Taufbecken in der Baumannshöhle und Bielshöhle. Die Masse von Tropfstein, welche wir in vielen ihrer Erzeügung fähigen Höhlen finden, ist in der That ungeheüer und giebt einen anschaulichen Begriff von dem außerordentlichen Alter dieser Weiterungen. Besonders berühmt ist, wegen der Größe und Manchfaltigkeit in den Formen der Tropfsteinmassen, die Höhle von Antiparos. Sie liegt gegen 1000 Fuß tief unter der Oberfläche, durch einen engen, oft steil geneigten Eingang zugänglich, im Urkalk; ihre Hauptweitung ist gegen 80 Fuß hoch und 300 Fuß lang und breit; die Reinheit des umgebenden Gesteins und die Stärke der Decke, in welcher das unfiltrirte Wasser alle verunreinigenden Beimischungen absetzen kann, giebt ihren Stalaktiten eine außerordentliche Weiße. Schlanke Saülen von der Höhe des Gewölbes stehen mehrfach frei neben einander, und einzelne Stelagnit-Gruppen bilden auffallend pflanzenähnliche Figuren, aus welchen sich Tournefort bemühte, eine vegetabilische Natur des Steinreichs zu erweisen; der Anblick des Ganzen wird von Allen, welche diese Höhlen besuchten, als höchst imposant geschildert. Auch in der Grotte zu Adelsberg und ihren Nachbarn, besonders in der Nähe von

Triest, kennt man sehr ausgezeichnete Tropfstein-Bildungen. In der erstern haben die Stelagniten zwei Brückengewölbe über den unterirdischen Bach gebildet, welche fast eine Meile weit aus einander liegen, und von denen das innerste 80 bis 100 Klafter hoch über dem Abgrunde hängt. Auch einen hohen Ruf der Schönheit trägt die sogenannte Jungferngrotte, Beaume des Demoiselles, bei Beauzile am Roc de Taurach in Languedoc, in welcher neben einander vier schlanke Saülen von 36 Fuß Höhe stehen; die Pools-Höhle in Derbyshire mit der Saüle, welche den Namen der Königin Maria trägt, und viele andere. Die Höhlen des Harzes sind in dieser Rücksicht nur von untergeordneter Bedeütung (am meisten noch die Baumannshöhle). Merkwürdig ist indeß noch die Höhle von Bredewind in der Oberpfalz, von mehr als 600 Klaftern Länge, mit Weitungen von 40 Klaftern lang, 20 breit und 30 hoch; dort wird der Tropfsteinansatz in der nassen Jahreszeit durch vegetabilische und wahrscheinlich erdige Beimischung schwärzlich gefärbt, und es wechseln daher in seinen Massen ununterbrochen weiße Lagen mit schwärzlichen. Diese Erscheinung giebt uns ein Mittel, einigermaßen über das Alter der Bildungen urtheilen zu können, denn man hat Saülen von etwa 2 Fuß Stärke zerschlagen, welche auf ihrem Durchschnitt einige Tausend solcher wechselnden konzentrischen Ringe enthielten. Die früher sehr verbreitete Meinung, als ob bei allen Tropfsteinabsätzen sich alle Jahre nur eine Lage bilde, und man daraus mit Wahrscheinlichkeit auf das Alter der Erde in ihrem gegenwärtigen Zustande schließen könne, hat besonders Esper als unrichtig erwiesen. Übrigens bemerkt Humboldt, daß die Stalaktiten-Bildung um so schöner und vollendeter vorgehe, je enger und abgeschlossener die Höhlenraüme sind, je weniger also durch die Circulation der aüßern Luft die Krystallabsetzung gestört wird; deshalb enthielt die von ihm untersuchte, weit offene Höhle von Caripe fast gar keine, oder sehr unvollkommene Tropfstein-Bildungen, und eben so mangeln sie fast ganz den weit geöffneten Höhlen von Scharzfeld, von Glücksbrunn rc.

Eine andere Erscheinung von hohem Interesse, welche das Innere der Höhlen darbietet, ist das Vorkommen von untergegangenen Thieren der Vorwelt, wodurch viele derselben die Benennung Zoolithen- oder Knochen-Höhlen erhalten haben. Diese Erscheinung, welche sich sehr allgemein durch fast alle Länder Europa's und selbst in Amerika wieder findet, hat seit wenigen Jahren, besonders durch die Forschungen Buckland's, der sie zum Gegenstand eines eigenen Studiums wählte, einen hohen Grad von Wichtigkeit für die Kenntniß der Veränderungen erhalten, welche unsere Erdoberfläche in einer Periode, die der gegenwärtigen unmittelbar vorausging, erlitten hat. Besonders beachtenswerth sind seine ausführlichen Untersuchungen über die Beschaffenheit einer Höhle, welche man 1821 zu Kirkdale in Yorkshire entdeckte, und verdienen daher eine ausführliche Erörterung. Die Höhle liegt im ältern Kalksteine der Jura-Formation (im Coral Rag und Oxford Oolith), am Abhange eines kleinen Thalgrundes, und zieht sich als ein unregelmäßiger, schmaler Gang, mit wenigen Weiterungen und Seitenverzweigungen, welche kaum so hoch sind, daß man aufrecht darin stehen kann, etwa 250 Fuß weit in den Berg hinein. Ihre Wände und der Boden waren mit gleichförmigen Tropfstein-Krusten überzogen; unter diesen fand er am Boden eine Schicht von etwa 2 bis 3 Fuß starkem, feinsandigem und glimmerigem Lehm, dessen unterster Theil vorzugsweise eine zahllose Menge von Knochen umhüllte, mit welchen der Boden ganz ausgestreüt schien. Die mei-

sten derselben waren sehr wohl erhalten, und hatten noch einen großen Theil ihrer natürlichen Gallerte, geschützt durch ihre Umgebung; die Thiere, welchen sie angehörten, waren vorzüglich Hyänen, Tieger und Löwen, Elephanten, Rhinoceros, Hippopotamus, Pferde, Stiere, Hirsche von drei Arten, Wasserratten und Maüse, sämmtlich untergegangenen Arten gehörig, und genau dieselben, von denen wir einige schon in den Steppen Asiens und Europa's kennen gelernt haben; am haüfigsten unter allen waren Hyänen-Reste, und Buckland schlägt nach der Menge, welche er gesehen, die Zahl der hier begrabenen Individuen auf 2 bis 300 an; sie gehörten einer Hyäne, welche 1/3 größer als die noch lebende (etwa 7' 8" lang), und in ihrem Bau den Hyänen vom Cap (H. crocuta) sehr ähnlich gewesen sein muß. Die Bären, welche selten waren, gehören dem großen Höhlenbär (Ursus spelaeus), welcher, nach Cuvier, die Größe eines weißen großen Pferdes hatte und gegen 18 Fuß lang war; die Elephanten waren der sibirische Mammuth; unter den Hirschen hatte der größte die Größe der Elenthiere, und auch vom Stier schienen zwei Arten vorzukommen, und seine Knochen waren, nächst der Hyäne, die haüfigsten.

Alle diese Knochen lagen unregelmäßig durch einander zerstreüt, und zwar so, daß oft die Knochen der größten Thiere in den entferntesten und engsten Winkeln lagen, wo sie nie lebend hätten hinkommen können; nur die Zähne und die harten, marklosen Knochen der aüßern Extremitäten, Hand- und Fußwurzeln waren unversehrt, und ihrer war eine solche Menge, daß sie wol wenigstens zu 20 Mal mehr Individuen gehörten, als man aus den übrigen Knochen hätte zusammensetzen können; diese aber waren stets in scharfeckige, kleine Stücke zerbrochen, und lagen haufenweise mit den Zähnen zusammen; viele dieser Splitter und der festen Knochen trugen Eindrücke, welche genau der Gestalt der Fangzähne der Hyänen entsprachen, und die zerbrochenen Hirschgeweihe waren sichtbar durch Benagung verändert. Buckland zog daraus den Schluß, daß die Hyänen in dieser Höhle lange Zeit gelebt haben müssen, und die größeren Thierknochen, besonders der Stiere, als ihren Raub in ihr Lager geschleppt hätten. Er fand diese Voraussetzung noch durch eine Menge anderer Umstände auf die ausgezeichnetste Weise bestätigt; Knochen, welche er von lebenden Hyänen verzehren ließ, hatten ganz dieselbe Gestalt, als die in der Höhle gefundenen; auch von ihnen wurden die Zähne und härteren Knochen bei Seite geworfen; ja er fand selbst in großer Zahl Exkremente dieser Thiere, kleine Kügelchen von 1" Durchmesser, welche aus klein zermalmten Knochen bestanden und mit denen der noch lebenden Hyänen die größte Ähnlichkeit hatten. Auf dem entblößten Boden der Höhle sah er selbst die Spuren ihrer Fußtritte in glatt geriebenen, eingetretenen Streifen, die besonders an einzelnen Knochen und engen Stellen der Höhle bemerkbar waren.

Noch viele untergeordnete Erscheinungen wurden von ihm zusammengestellt und mit den Nachrichten der besten Reisebeschreiber über die Sitten und Ökonomie der jetzigen Hyäne verglichen, woraus der Beweis für diese Ansicht zur Evidenz gebracht wurde. — Die schlammige Erde, welche die Knochen verbindet, kann von keinem Landgewässer herrühren, und ist auch nicht durch die Spalten in die Höhle gedrungen; sie muß der Bodensatz einer allgemeinen Überschwemmung sein, welche nur ein Mal in diese Höhle trat, denn die stelagnitische Kruste, womit die Oberfläche des Schlammes bedeckt ist, findet sich nicht in ihrem Innern, wechselt nie mit

ihr ab; und mit dieser Überschwemmung müssen alle die fremden Thiere, welche damals jene Gegend bewohnten, vertilgt worden sein, denn was sich auf der Stelagniten-Decke findet, sind nur Reste von Füchsen, Wölfen, Wieseln und dergleichen Thieren (Kaninchen, Hasen rc.), die der gegenwärtigen Schöpfung angehören. Unter der Knochenmasse fand Buckland die Sohle noch mit einer starken Tropfsteinrinde bekleidet, und er endet daher diese interessante Darstellung mit der Unterscheidung von vier großen Perioden, welche eben so viel Perioden der Erdgeschichte sind.

Ganz dieselbe Reihe von Thatsachen fand Buckland noch an sieben andern Höhlen in England auf eine ausgezeichnete Weise bestätigt, und auch in Deütschland, das er in dieser Rücksicht bereiste, fand er genau dieselben Verhältnisse; Beweis genug, daß die Phänomene, welche er bei Kirkdale entwickelte, von mehr als lokaler Bedeütung sind. Unter den Zoolithen-Höhlen Deütschlands sind vor allen die fränkischen bei weitem die reichhaltigsten und schönsten; sie liegen am nordöstlichsten Ende der Jura-Kette, zwischen Nürnberg und Baireuth, im Thale der Wiesent, einem Zuflusse des Mainthales, und wurden zuerst durch Esper, später durch Rosenmüller und Goldfuß beschrieben. Man kennt ihrer vorzugsweise fünf Höhlen, unter denen die Gailenreuther die merkwürdigste ist; sie besteht aus zwei Hauptkammern, deren Boden mit einer Stelemniten-Kruste bedeckt, etwa 4 Fuß hoch mit Schlamm erfüllt wird, der eine zahllose Menge von Knochen enthält; an ihrem äüßersten Ende ist ein wol 25 Fuß tiefer Raum ganz damit ausgefüllt. Fast alle diese Knochen gehören dem Höhlenbären und einer nahe verwandten Bärenart *), und sind trefflich erhalten; als größere Seltenheiten hat man die Reste von Hyänen und von einer Katzenart gefunden, welche dem amerikanischen Jaguar sehr nahe steht. Hier fehlen fast ganz die Reste von hineingeschleppter Beüte, wie es dem Naturel der Bären zukommt; hier ist auch kein Mißverhältniß zwischen der Zahl der Zähne und den übrigen Gebeinen, und die Knochen sind nicht zerbissen; sie müssen von dem Wasser in die tiefsten Stellen zusammengeschwemmt sein, denn die Schädel, als die schwersten Theile, liegen immer zu unterst. Geglättete Stellen in Verengungen und an einzeln vorragenden Steinen (besonders an einem im Zahnloch) waren schon von Goldfuß und Rosenmüller bemerkt worden, und beweisen, daß die Bären einst lebend darauf herumkletterten. Die schlammige Erde ist so mit thierischen Theilen durchdrungen, daß sie einen heftigen Verwesungsgeruch aushaucht, welcher das Vordringen hindert. In einer nahe liegenden Höhle (dem sogenannten Kuhloch) fand Buckland die Reste von wenigstens 2500 Bären zusammen unversehrt in staubiger, stinkender Erde und in zerreiblichem Zustande liegend, woraus er schließt, die jährliche Sterblichkeit derselben zu 2½ angenommen, daß sie wenigstens 1000 Jahre hier gewohnt haben müssen. Auch hier fand sich die frühere Wahrnehmung bestätigt, daß der Absatz, welcher die Knochen deckt, nur ein Mal und gleichförmig erfolgt sein müsse.

Was diese Höhlen so ausgezeichnet schön wahrnehmen lassen, zeigt sich minder ausgezeichnet in Deütschland noch an vielen Orten; die wichtigsten sind: —

1) Bei Scharzfeld und in der Baumannshöhle am Harze;
2) Am Thüringer Walde zu Glücksbrunn und Liebenstein;

---

*) Urs. arctoideus, doch soll nach Sömmering hier noch ein dritter Bär vorkommen, welcher dem amerikanischen schwarzen Bären sehr ähnlich ist.

3) In Westfalen in der Kluterthöhle und zu Sundwich in der Grafschaft Mark; und
4) In den Karpaten.

Fast in allen diesen Höhlen sind die Bären die herrschenden Bewohner gewesen; stets liegen sie nur unter der Stelagniten-Decke des Bodens, und nirgends zeigt sich hier das Mißverhältniß in der Menge der Zähne und Fußknochen zu den übrigen Gebeinen, wie in den Hyänen-Höhlen; nur die Höhle von Sundwich zeigt, nach Goldfuß' und Sack's Untersuchungen, eine Beschaffenheit, welche ganz an die genannten Eigenthümlichkeiten der Niederlage von Kirkdale erinnert; sie enthält nächst den Bären beider Arten auch haüfig Hyänen, die Reste von Rhinoceros und die Geweihe mehrerer Hirscharten; viele dieser Knochen sind sichtlich benagt und die Spuren der Hyänen-Zähne daran kenntlich. — Auch in Frankreich kennt man sehr analoge Erscheinungen in einer Höhle zu Fouvent im Departement des Doubs; und in Amerika hat man in einer Höhle zu Green-Briar in Virginien die Reste des Megalonix, eines riesenartigen Faulthieres, angetroffen, welches die Größe eines Ochsen hatte und von Jefferson beschrieben ward; dies ist aber auch, nach Humboldt, das einzige Beispiel aus der Neüen Welt.

Noch eine andere eigenthümliche Erscheinung, welche das Innere der Höhlen darbietet, ist die Verschiedenheit ihrer Temperatur von der der umgebenden Luft; bei vielen ist sie so auffallend, daß der Gang, welchen der Temperaturwechsel nimmt, gerade dem der Atmosphäre entgegengesetzt erscheint; sie sind kalt, wenn die aüßere Luft sich erwärmt, und umgekehrt; ja, dieser Gegensatz kann sich selbst auf's aüßerste Extrem steigern. Ein vor Allem auffallendes Beispiel dieses Verhältnisses giebt die Grotte von Szilizce im Übergangskalkstein der Karpaten, an ihrem südlichen Fuße, in einer der rauhesten Gegend von Ungarn (im Torner Komitat gelegen), mit einer Öffnung gegen Norden. In ihr ist es im Winter so warm und trocken, daß sie den Thieren der Umgegend zum Aufenthalte dient; sobald indeß der Frühling wärmer zu werden beginnt, so tropft an ihren hintern Wänden Wasser hervor und gefriert, sobald es niederfällt; der Boden und die Wände sind mit einer dicken Eiskruste bedeckt, und in den Hundstagen friert es hier in einer Nacht die stärksten Eiszapfen; die Menge des Eises wird so groß, daß der Berichterstatter meldet, man würde es mit 600 Wagen in einer Woche nicht wegfahren können, und die Kälte in ihr wird im Sommer ganz unerträglich. Der Fortgang des Frostes richtet sich genau nach dem Gange der Witterung; in nassen oder kühlen Sommern, oder Monaten derselben, friert es bei weitem so viel nicht, als in den heißesten, trockensten Zeiten, und man bedient sich des Anblickes von dem Zustande dieser Höhle fast wie eines Barometers zum Vorherverkünden der Witterung. Sobald es im Herbste zu frieren anfängt, beginnt das Eis in der Höhle zu schmelzen, und in kurzer Zeit ist es ganz aufgezehrt.

Ein fast eben so wunderbares Beispiel giebt, außer der Eishöhle am Brandsteine in der Steiermark, eine Grotte bei Besançon; sie erstreckt sich 364 Fuß in den Felsen hinein und ist den ganzen Sommer hindurch mit Eismassen bekleidet, welche im Oktober und November wegschmelzen; die Temperatur erhält sich in ihr, nach Cossigny, vom April bis Oktober, aller aüßern Wechsel ungeachtet, auf 0° bis etwa + ½°, welche er haüfig fand; ihre Öffnung ist, gleich der der Sziliczer Höhle, gegen N. gerichtet und bewachsen.

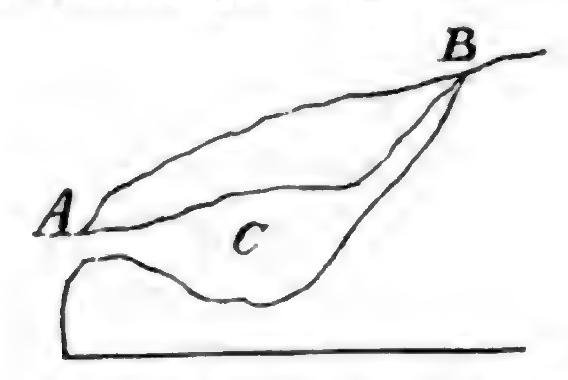
Diese sonderbare Erscheinung läßt sich sehr befriedigend (auf eine Weise, welche schon Saussure zu Hülfe genommen hat) durch das Verhalten der Feüchtigkeit in diesen Höhlen zu verschiedener Jahreszeit erklären. In trockenen und hinlänglich tiefen Höhlen, welche den Einflüssen des steten Wechsels der aüßern Luft-Temperatur durch die Stärke ihrer Steindecke und den geringen Umfang ihrer Öffnung entzogen sind, kann die Temperatur nur wenig veränderlich sein, und wird sich das Jahr hindurch nahe auf dem mittleren Wärmegrad halten, welcher der geographischen Breite dieser Höhlen zukommt. Bevor die Sommerwärme die Decke derselben so durchdrungen hat, daß ihre Temperatur etwas erhöht werden kann, tritt schon außen die kühlere Herbst-Temperatur und die Winterkälte ein, und ehe die durch sie bewirkte Temperatur-Verminderung eintreten kann, wird sie von der folgenden Frühlings- und Sommerwärme wieder eingeholt. Das Resultat aus allen diesen Einflüssen muß mithin die mittlere Wärmemenge sein, welche diesem Orte zukommt, indem wir uns Sommer- und Winter-Temperatur regelmäßig in ihm vertheilt denken. So fand es denn auch Humboldt bestätigt, daß die Temperatur der meisten Höhlen in verschiedenen Latituden in demselben Verhältnisse zunimmt, als die Mitteltemperatur der Atmosphäre.

In den Kellern des Observatoriums von Paris beträgt sie daher 12° Cent. und wechselt das ganze Jahr hindurch nur sehr wenig; in den Grotten von Cuba dagegen fand er sie 22° bis 23°, und in der Höhle von Caripe, Lat. 10° 10′ N., bei 16°,₂ aüßerer Luft-Temperatur, zwischen 18°,₄ und 18°,₉; in den norddeütschen Gegenden (also in den Harzer-Höhlen) müßte die Temperatur etwa 10° betragen. Doch diese Wärme kann durch die Anwesenheit der Feüchtigkeit bedeütend erniedrigt werden; die nassen Wände der Höhlen dünsten im Verhältniß ihrer Oberflächen aus und entziehen dadurch der eingeschlossenen Luft eine ansehnliche Wärme-Menge; ist es draußen heiß und trocken, so werden die entstandenen Dämpfe durch die Öffnung und durch Spalten in der Decke hinausgetrieben und dort von der heißen, trockenen Luft, die einen hohen Grad von Dampf-Capacität besitzt, begierig aufgenommen, und die Verdunstung wird daher um so lebhafter fortgesetzt, je größer der Unterschied der Temperatur ist; dadurch wird eine Kälte erzeügt, welche bis unter den Gefrierpunkt sinken kann, und um so stärker wird, je größer draußen die Hitze ist (gerade wie man in der größern Hitze am leichtesten Wasser zum Gefrieren bringen kann, indem man es mit Äther umgiebt). Je mehr die Wärme und Trockenheit der aüßern Luft dagegen abnimmt, desto geringer wird ihre Fähigkeit sein, die Verdunstung in der Höhle zu befördern; der Wärmegehalt der Luft in ihr wird nicht länger verschluckt werden, und das entstandene Eis wird wegschmelzen müssen. Dieser Voraussetzung gemäß bemerkte auch Cossigny in der Höhle bei Besançon das Aufsteigen der Wasserdünste viel stärker und die Kälte viel empfindlicher im August als im Oktober. — Daß indeß die Erkältung in solchen feüchten Höhlen bis zum Gefrierpunkt und tiefer sinke, kann nur bei einem wol selten zutreffenden Verhältniß der Grotten-Öffnung zu der verdunstenden Fläche des Innern derselben Statt finden; ist die Öffnung zu groß, so wird zu viel warme Luft eingeführt, und die Temperatur der Luft im Innern wird dadurch mehr erhöht, als sie durch Ausdünstung erniedrigt werden kann; ist sie zu klein, so können dagegen die Dämpfe nicht schnell genug abziehen, und die Verdunstung vermindert sich, weil die umgebende Luft schon mit Feüchtigkeit gesättigt ist. Daher kommen

solche Eisgrotten verhältnißmäßig doch nur sehr selten vor; wir kennen, außer den erwähnten, deren in Frankreich indeß noch mehrere, namentlich eine bei Vesoul, in welcher ein Bach fließt, der im Sommer zugefroren, im Winter dagegen offen ist; die Höhle von Dole, Notre-Dame de Balme bei Grenoble &c. In Deütschland ist noch unter den Kraine-Höhlen die sogenannte Latzkenberger-Höhle ihres Eisgehaltes im Sommer wegen bemerkenswerth, und eine der größten Eishöhlen fand Lepechin bei Kung.., am südlichen Ural; sie soll sich Meilen weit erstrecken und war am Eingange so zugefroren, daß die Reisenden sich durcheisen lassen mußten.

Der gewöhnlichere Fall ist indeß, daß die Temperatur vieler Höhlen, deren Öffnung das erwähnte günstige Verhältniß nicht zeigt, einem geringeren Wechsel unterworfen ist, indem sie im Winter etwas wärmer ist und im Sommer sich um einige Grade erniedrigt. — Wie wol übrigens diese Erklärungsweise mit der Natur übereinstimmt, sieht man aus dem Verfahren, welches die Reisenden in den Steppen anwenden, um ihre Getränke abzukühlen, indem sie sie in die Erde vergraben und ein schnell loderndes Feüer darüber anzünden. Parrot fügt dieser Erklärung hinzu, daß man, um eine vollständige Prüfung der hier vorausgesetzten Vorgänge anzustellen, den Versuch machen könnte, die Öffnungen und die Risse einer solchen Höhle zu vermauern, und dann nach Jahresfrist im Sommer nachzusehen, ob sich Eis in ihnen gebildet hat; in Bengalen wendet man ein auf solche Voraussetzung begründetes Verfahren an, um im Sommer Eis zu erhalten. — Früher war man sehr geneigt, die Kälte in den Eishöhlen der Anwesenheit von salzigen Substanzen, Salpeter, Alaun und dergleichen zuzuschreiben, welche man haüfig bei solchen Verhältnissen eine Rolle spielen ließ; auch meinte man, die Verschiedenheit der umschließenden Gebirgsart wirke darauf ein; namentlich glaubte Pallas, daß allemal die Gypshöhlen viel kälter als die Kalkhöhlen seien, während in den Mansfelder Kalkschlotten dergleichen Erscheinungen nicht bemerkt werden.

Mit der Temperatur-Verschiedenheit in den Höhlen hangt unmittelbar eine andere Erscheinung in ihrem Innern, das Ausstoßen von starken Luft-Strömen, zusammen. Es ist dies ein statisches Phänomen der Luft, welches allemal eintreten muß, wenn Höhlen zwei enge Öffnungen haben, die in sehr verschiedenen Höhen liegen.



Gesetzt, es sei ACB der Durchschnitt einer Höhle von solcher Beschaffenheit, so wird in C im Sommer die Luft kälter als bei der tiefern Öffnung A, und eben so die Luft bei B kälter als bei C sein, sie wird daher bei A mit Heftigkeit ausströmen, um sich ins Gleichgewicht zu setzen, und durch B hineinfallend ersetzt werden. Je größer die Oberfläche der Wände ist, an welchen der Luftstrom von B nach A vorüberzieht, desto größer wird der Temperatur-Unterschied und um so heftiger das Ausströmen werden; wird dagegen etwa im Winter bei A die Tem-

peratur der aüßern Luft niedriger, als die der innern bei C, so wird sie umgekehrt bei A hineinströmen und bei B hinaussteigen.

Höhlen dieser Art nennt man Windhöhlen oder Venterolen. Sie sind besonders ausgezeichnet in Italien bekannt, und das größte Beispiel dieser Art bietet der sogenannte Monte Eolo (Äols=Berg) bei Terni im Kirchenstaat dar; er haucht besonders in den heißesten Tagen aus einer Menge von Spalten kalte Luftströme aus, welche man durch Röhren in die Haüser leitet, um Zimmer und Weinkeller dadurch abzukühlen. Eine kleinere Venterole kennt man im sogenannten Monte Testaceo bei Rom, einem nur 200 bis 300 Fuß hohen Hügel, welcher ganz aus Scherben zertrümmerter Urnen und alten Gefäßen besteht. Kastberg hat mehrere derselben an der südlichen Seite der Alpen, am Comer=See, bei Chiavenna 2c. kennen gelehrt; berühmt ist auch in dieser Rücksicht die Grotte von Motiers am Jura bei Neufchatel, eine Grotte bei Lausanne u. s. w. In England kennt man in der Grafschaft Derbyshire mehrere Höhlen, aus welchen Windströme mit solcher Heftigkeit herausblasen, daß sie leichte Sachen, Tücher u. dgl., welche man hineinwerfen will, weit in die Luft schleüdern. Auch bei Questenberg und Wickerode giebt es, nach Freieslebens Zeügniß, im höhlenreichen Gyps des südlichen Harzrandes einige Spalten, welche jederzeit einen ungemein auffallend kalten Hauch ausstoßen. Das Verhältniß, das diese Erscheinung veranlaßt, giebt sich auch in allen Gruben=Bauen kund, welche mit Stollen und Schachten betrieben werden, deren Mündungen in sehr verschiedenem Niveau liegen; es ist eine allgemein bekannte Thatsache, daß in vielen derselben die Luft im Sommer heftig zur Stollen=Mündung ausfährt, und zu den Schacht=Öffnungen hereinzieht; im Winter aber ist es umgekehrt, und im Frühjahr und Herbst, wenn die Temperatur der aüßern Luft haüfig der im Innern das Gleichgewicht hält, tritt Stillstand und oft Wettermangel ein. Ähnliche Erscheinungen sind selbst an größern Kaminen beobachtet worden.

Merkwürdig ist noch im Innern vieler Höhlen die haüfige Entwickelung irrespirabler Gasarten, welche den Zutritt derselben gefährlich machen. Sie ist doppelter Natur, entweder durch den Einfluß umgebender Gebirgsarten, oder durch Zufluß aus dem Innern der Erde erzeügt.

Der erstere Fall tritt unter andern besonders bei den Gyps=Schlotten ein; das Innere dieser Höhlen zeichnet sich nicht durch eigene Bildungen den Tropfsteinen vergleichbar, sondern nur durch die Reinheit ihrer glatten und oft mit glänzenden Fraueneisblättchen besetzten, weißen Alabasterwände aus, die bei Erleüchtung einen prächtigen Anblick gewähren. Von ihnen giebt schon Freiesleben als ein, allen gemeinschaftliches, eigenthümliches Verhältniß an, daß sie fast immer mit irrespirabler Luft erfüllt sind; die meisten derselben, welche man neü öffnete, hatten sich so ganz damit erfüllt, daß es oft mehrere Wochen dauerte, bevor sie durch von Außen bewirkten Luftzug zugänglich gemacht werden konnten; und daß die Entwickelung schädlicher Gasarten in ihnen beständig fortwähre, sieht man daran, daß die Wetter sogleich in ihnen zu stocken anfangen, sobald durch Temperatur=Veränderungen in der Atmosphäre dieser Luftzug vermindert wird oder ganz aufhört. Die Ursache dieser Erscheinung liegt entschieden nicht in dem Gypse, dessen Bestandtheile keiner Zersetzung an der Luft fähig sind, sondern in den innig mit ihm gemengten Theilen von Stinkstein, welche in ihm sehr haüfig ganze, zusammenhangende, wellige Streifen und selbst einzelne stärkere Lagen bilden; dieser, von Bitumen innig durchdrungene, oft sehr thonige, erdige Kalkstein hat

die Eigenschaft, seinen Kohlenwasserstoff an die äußere Luft abzugeben; und überall, wo sich Gruben in ihm befinden, ist seine Gegenwart, dieser fortdauernden Gas-Entbindung wegen, sehr lästig und gefürchtet. In den Kalksteinhöhlen im Sandstein dagegen herrscht gewöhnlich eine sehr reine Luft; es sei denn, daß sie mit modernden, thierischen Resten erfüllt wären.

Die Entwickelung irrespirabler Gasarten aus dem Innern der Erde, welche, durch Spalten hervortretend, sich in den Höhlen sammeln, ist stets ein Produkt vulkanischer Thätigkeit. Die fortwährend auf dem vulkanischen Heerde vorgehenden chemischen Processe müssen die Entbindung großer Gasmengen bewirken, welche durch diese Rauchfänge der ewigen Esse mit der Oberwelt in Verbindung stehen. Es kommen daher auch diese Höhlen nur in der Nähe von Vulkanen, oder doch an Punkten vor, an welchen sich vulkanische Processe mit Wahrscheinlichkeit in der Tiefe voraussetzen lassen. Die entwickelten Gasarten sind fast allein Kohlensaüre oder schweflig-saures Gas; auch soll an einzelnen Orten Stickgas vorkommen; doch fehlt es hierüber noch an genaueren Nachweisungen.

Zu den bedeütendsten unter den Grotten, welche Kohlensaüre aushauchen, gehört unstreitig die Hundsgrotte bei Neapel, in der Nähe des Lago d'Agnano, unfern Pozzuoli; sie war schon den Alten bekannt, und Plinius hat sie beschrieben. Ihre Größe ist sehr unbedeütend, 10 Fuß tief, 4 Fuß breit und 9 Fuß hoch. Die Kohlensaüre sammelt sich auf ihrem Boden in einer gewöhnlich 6" hohen Schicht an und vermischt sich, ihrer größeren spezifischen Schwere wegen, mit der überstehenden atmosphärischen Luft nicht; die Höhe, in welcher sie wirksam ist, kann besonders anschaulich durch brennende Lichter dargestellt werden, welche, auf ihre Oberfläche niedergesetzt, sogleich erlöschen; kleine Thiere, welche hineinfallen (Frösche, Vögel 2c.), ersticken sehr schnell darin; und von den Hunden, mit welchen man den Erstickungs-Versuch in ihr anzustellen pflegt, hat sie den Namen.

In viel höherem Grade kennt man eine solche Erscheinung in dem Krater des erloschenen Vulkans von St. Leger oder von Neyrac, im südlichen Frankreich, an den Ufern der Ardeche, in der Mitte der großen Zahl vulkanischer Reste jenes Landes. Dieser Krater stellt jetzt eine bebaute und zum Theil bewohnte Landschaft dar, welche von den alten Schlacken-Wänden amphitheatralisch umgeben wird; sein Boden ist, nach Soulavie's Bericht, ein großes Sieb für die aufsteigende Kohlensaüre; man hat in ihm einige Höhlungen gemacht, um ihr Austreten zu erleichtern und sie dadurch von den Feldern abzuhalten, welchen ihre Berührung sehr schädlich ist. Soulavie fand die Höhe der Gasschicht über dem Boden dieser Löcher in den günstigsten Fällen 1½ Fuß. Witterungs-Veränderungen haben darauf den bedeütendsten Einfluß, und bei starkem Regen ward die ganze Gasmenge absorbirt. Faujas hat später die Soulavie'schen Versuche wiederholt und zuerst gezeigt, daß die hier ausströmende Gasart wahrhaft Kohlensaüre sei. Die Menge derselben, welche aus dem Boden der ganzen Umgebung austritt, hat nach Soulavie einen sehr auffallenden Einfluß auf die Gesundheit der Einwohner, die auf diesen Feldern arbeiten; und wenn die Besitzer nicht jährlich das Innere der Höhlungen ausraümen, so geht ihre Ärnte durch die vergiftenden Dünste verloren. — In diese Kategorie gehört auch die bekannte Gas- oder Dunst-Höhle in der Nähe von Pyrmont, das Guevo Upas auf Djava, dessen in der Geographie der Vulkane (im 47sten Kapitel) gedacht worden ist.

Digitized by Google

Digitized by Google

26/4

De la "ay

Digitized by Google

Digitized by Google